استاندارد ملی ایران

۲۲۱۵۶-۳

چاپ اول

۱۳۹۷

جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

INSO

22156-3

1st Edition

2018

Modification of EN12953-3:2016

دیگ‌های بخار و آب داغ از نوع پوسته‌ای – قسمت۳: طراحی و محاسبات اجزای تحت فشار

Shell boilers - Part 3: Design and calculation for pressure parts

ICS: 27.060.30; 27.100

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۳- ۲۲۱۵۶ (چاپ اول): سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: http://www.isiri.gov.ir

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به‌موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین‌شده تهیه می‌کنند در کمیتهٔ ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به‌عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی‌شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال درزمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند .ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گران‌بها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3 - International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

دیگ‌های بخار و آب داغ از نوع پوسته‌ای– قسمت۳: طراحی و محاسبات اجزای تحت فشار

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
ادب آوازه، عبدالوهاب (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	رئیس- انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیرمخرب ایران
دبیر:	
کریم، حسن (کارشناسی مهندسی متالورژی)	مدیرعامل- شرکت بازرسی آزما گستر نیما
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
ابو، وحید (کارشناسی مهندسی متالورژی)	کارشناس بازرسی- شرکت ناظرکاران
اسماعیل‌زاده، محمد (کارشناسی مهندسی مکانیک)	مدیر مهندسی- شرکت تاشا
حق پرست، محمدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت شوفاژکار
خوشحال، هادی (کارشناسی مهندسی شیمی)	معاون دفتر نظارت بر اجرای استاندارد معیار مصرف انرژی- سازمان ملی استاندارد ایران
خیام، افشین (کارشناسی مهندسی صنایع)	مدیر تضمین کیفیت- شرکت مهندسین مشاور ناظران یکتا
سربی، جلیل (دکتری مهندسی مکانیک)	مدیرعامل- شرکت ناظرکاران
شارع فام، مهیار (کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)	مدیر مهندسی – شرکت پاکمن
صالحی، امید (کارشناسی مهندسی مکانیک)	مدیرعامل- شرکت آستا
طباطبایی، سیدمجتبی (کارشناسی مهندسی مکانیک)	دبیر- انجمن صنعت تأسیسات
عادل‌فر، راضیه (کارشناس ارشد مهندسی متالورژی	کارشناس- اداره کل نظارت بر اجرای استاندارد صنایع فلزی

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
عزیزمرادی، محمد (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	مدیر اطمینان مرغوبیت - شرکت ماشین‌سازی اراک
فراهانی، علی (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	رئیس بازرسی دیگ- شرکت بازرسی کیفیت استاندارد ایران
لونی، بابک (کارشناسی مهندسی مکانیک)	مدیرعامل گروه تولیدی دیگ‌های بخار- شرکت ماشین‌سازی اراک
معتقدی، کیانا (کارشناسی مهندسی مکانیک)	کارشناس بازرسی- آزما گستر نیما
معزی، محمداحسان (کارشناسی مهندسی متالورژی)	کارشناس- اداره کل استاندارد استان تهران
ویراستار:	
ادب آوازه، عبدالوهاب (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	رئیس- انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیرمخرب ایران

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
پیش‌گفتار	ک
مقدمه	ل
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲
۴ نمادها و کوته‌نوشت‌ها	۳
۵ کلیات	۳
۵-۱ دیگ‌ها	۳
۵-۲ دیگ‌های آب داغ	۴
۵-۳ جوش‌های اصلی	۴
۵-۴ ضریب جوش	۴
۵-۵ طراحی حرارتی لوله‌های کوره	۴
۵-۵-۱ شرایط طراحی	۴
۵-۵-۲ ابعاد کوره	۷
۵-۵-۳ توان حرارتی ورودی	۸
۵-۵-۴ شرایط تکمیلی برای بهره‌برداری	۸
۵-۶ ابعاد اجزای تحت‌فشار	۹
۵-۷ تعیین فشارها	۹
۵-۷-۱ بیشینه فشار مجاز	۹
۵-۷-۲ فشار محاسباتی	۹
۵-۷-۳ فشار تنظیم شیرهای اطمینان	۹
۵-۷-۴ فشار آزمون هیدرو استاتیک	۹
۵-۸ حدود مجاز	۱۰
۵-۸-۱ حد مجاز برای رواداری‌های مواد تهیه‌شده و فرایندهای شکل‌دهی	۱۰
۵-۸-۲ حد مجاز برای خوردگی فلز	۱۰
۵-۹ الزامات تکمیلی مواد برای ورق‌ها	۱۰
۵-۱۰ اتصالات استاندارد	۱۱
۵-۱۱ فلنج‌ها	۱۱
۵-۱۲ طراحی براساس تجزیه‌وتحلیل	۱۱

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

عنوان **صفحه**

۵-۱۳ اکونومایزر و سوپر هیتر ۱۱
۶ دمای محاسباتی و تنش طراحی اسمی ۱۱
۶-۱ دمای محاسباتی ۱۱
۶-۲ تنش طراحی اسمی ۱۲
۷ پوسته‌های استوانه‌ای ۱۳
۷-۱ ضخامت پوسته ۱۳
۷-۱-۱ الزامات ۱۳
۷-۱-۲ ضخامت موردنیاز دیواره همراه با حدود مجاز ۱۳
۷-۲ محاسبات پایه برمبنای فشار داخلی ۱۳
۷-۳ پایه‌ها و قلاب‌های حمل دیگ ۱۳
۸ سوراخ‌ها و انشعابات در پوسته‌های استوانه‌ای ۱۴
۸-۱ کلیات ۱۴
۸-۱-۱ مقدمه ۱۴
۸-۱-۲ الزاماتی برای تقویتی سوراخ‌های روی پوسته‌ها ۱۴
۸-۱-۳ طول‌های مؤثر lrs برای محاسبه اثربخشی و جبرانی‌ها ۱۶
۸-۱-۴ موقعیت سوراخ‌های منفرد ۲۱
۸-۱-۵ الزامات برای طراحی انشعابات ۲۱
۸-۱-۶ الزامات طراحی پدهای تقویتی ۲۲
۸-۱-۷ الزامات کلی برای محاسبات سطوح مقطع و مناطق تحت‌فشار ۲۳
۸-۲ ضریب بازده، روش محاسبه جایگزین، بیشینه قطر یک سوراخ تقویت نشده ۲۴
۸-۲-۱ کلیات ۲۴
۸-۲-۲ بازده مجاز و بیشینه قطر یک سوراخ تقویت نشده ۲۴
۸-۲-۳ سوراخ‌های منفرد ۲۴
۸-۲-۴ سوراخ‌های مجاور ۲۵
۸-۳ سوراخ‌ها و انشعابات در پوسته‌ها (کارایی و تقویتی) ۲۶
۸-۳-۱ نمادها و کوته‌نوشت‌ها ۲۶
۸-۳-۲ الزامات کاربردی ۲۶
۸-۳-۳ طراحی سوراخ‌های منفرد و اتصالات انشعاب ۳۰
۸-۳-۴ طراحی سوراخ‌ها و اتصالات انشعاب مجاور ۳۲
۹ سر و انتهای دیگ ۳۴

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

عنوان **صفحه**

۹-۱ کلگی‌های عدسی‌شده (بشقابی) مقاوم نشده بدون سوراخ ۳۴
۹-۱-۱ کلگی‌های عدسی شده مقاوم نشده تحت فشار داخلی ۳۴
۹-۱-۲ شرایط محدود کننده ۳۴
۹-۱-۳ کلگی‌های عدسی شده بدون مقاوم تحت فشار خارجی ۳۷
۹-۲ درپوش‌های تخت مقاوم نشده با قابلیت جدا شدن ۳۷
۹-۳ صفحات تخت مقاوم نشده ۳۹
۱۰ صفحات تخت تقویت شده، مقاوم‌ها و استحکام دهنده‌ها ۳۹
۱۰-۱ فاصله تنفسی برای صفحات تخت ۳۹
۱۰-۲ سطوح تخت مقاوم شده ۴۱
۱۰-۲-۱ کلیات ۴۱
۱۰-۲-۲ شعاع لبه(فلنج) ۴۲
۱۰-۲-۳ نقطه اتکا ۴۲
۱۰-۲-۴ ضخامت ۴۲
۱۰-۲-۵ مقادیر ثابت c_4 ۴۶
۱۰-۲-۶ مقاوم‌ها برای محفظه‌های برگشتی عقب مرطوب ۵۶
۱۰-۲-۷ میل مقاوم‌ها و مقاوم‌های لوله‌ای ۵۸
۱۰-۲-۸ بارگذاری روی لوله‌های مقاوم و مقاوم‌های میله‌ای ۵۸
۱۰-۲-۹ مقاوم‌های صفحه‌ای ۵۸
۱۰-۲-۱۰ اتصالات جوشی ۶۱
۱۰-۲-۱۱ الزامات اضافی برای صفحات انتهایی درون قرارگرفته ۶۱
۱۰-۲-۱۲ مقاوم‌های تیر حمال تقویت‌کننده قسمت تخت یک محفظه برگشتی ۶۲
۱۱ طراحی سوراخ‌های منفرد در صفحات تخت انتهایی دیگ ۶۳
۱۱-۱ سوراخ‌های منفرد تقویت نشده ۶۳
۱۱-۲ سوراخ‌های انشعاب ۶۴
۱۱-۳ دریچه‌های آدم‌رو، سر رو و دست رو ۶۵
۱۲ صفحهٔ لوله‌ها و لوله‌های سوراخ نشده ۶۶
۱۲-۱ ضخامت لوله‌های مستقیم تحت‌فشار خارجی ۶۶
۱۲-۲ ضخامت لوله‌های مستقیم تحت‌فشار داخلی ۶۷
۱۲-۳ ضخامت جداره و دو پهن‌شدگی زانویی‌ها و خم‌های لوله ۶۷
۱۲-۳-۱ کلیات ۶۷

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

عنوان **صفحه**

۱۲-۳-۲ خارج از گردی در خم لوله‌ها ۶۸
۱۲-۴ لوله‌های دود ۷۱
۱۲-۵ گام لوله‌ها ۷۴
۱۲-۶ ضخامت صفحات لوله در شبکه‌های لوله ۷۵
۱۳ لوله کوره‌ها، اجزای لوله کوره و محفظه‌های برگشتی استوانه‌ای شکل در معرض فشار خارجی ۷۵
۱۳-۱ لوله کوره‌ها ۷۵
۱۳-۱-۱ کوره‌های ساده ۷۵
۱۳-۱-۲ کوره‌های چین‌دار ۷۶
۱۳-۱-۳ ضرایب ایمنی ۷۶
۱۳-۱-۴ اجزاء کوره ۷۷
۱۳-۱-۵ محفظه‌های برگشتی ۷۷
۱۳-۲ محاسبه طول لوله کوره ترکیبی ۷۹
۱۳-۳ رواداری‌های لوله‌های کوره‌ها ۷۹
۱۳-۴ حلقه‌های تقویتی ۷۹
۱۳-۴-۱ کلیات ۷۹
۱۳-۴-۲ مقاطع استحکام دهنده ساخته‌شده از میله یا ورق ۸۱
۱۳-۴-۳ استحکام دهنده‌هایی که درون منطقه‌ای از بالاترین شار حرارتی قرار می‌گیرند ۸۱
۱۳-۴-۴ بولینگ هوپ ۸۱
۱۴ دریچه‌های دسترسی و بازرسی ۸۳
۱۴-۱ الزامات کلی ۸۳
۱۴-۲ انواع و کمینه ابعاد دریچه‌های بازرسی و دسترسی ۸۴
۱۴-۳ کمینه پهنای نشیمنگاه واشر و حد مجاز برای درهای بازرسی و دسترسی ۸۷
۱۴-۴ دریچه‌های دسترسی و بازرسی در صفحه‌های تخت ۸۷
۱۴-۵ الزاماتی برای محل ورود به دیگ‌هایی با قطر بیرونی پوسته بزرگ‌تر از ۱۴۰۰ mm ۸۷
۱۴-۶ قابلیت دسترسی و ترتیب قرارگیری دریچه‌های بازرسی و ورودی ۸۷
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) فرم محاسباتی برای مقاطع منحنی شکل یا چین‌های برگشتی نوع واکر ۸۸
پیوست ب (الزامی) دمای محاسباتی کوره ۹۰
پیوست پ (آگاهی‌دهنده) محاسبه دما لوله صفحه‌ای ۹۳
پیوست ت (الزامی) گرم‌کن مقدماتی و سوپرهیتر با اتصال طراحی لوله‌های آبی به پوسته دیگ ۱۱۱

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

عنوان **صفحه**

پیوست ث (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال شده در این استاندارد در مقایسه با استاندارد EN 12953-3:2016 ۱۱۳
کتاب‌نامه ۱۱۴

پیش‌گفتار

استاندارد «دیگ‌های بخار و آب داغ از نوع پوسته‌ای- قسمت۳: طراحی و محاسبات اجزای تحت‌فشار» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین المللی به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد پ، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در یک هزار و ششصد و نود و هفتمین اجلاسیهٔ کمیتهٔ ملی استاندارد مکانیک و فلزشناسی مورخ ۱۳۹۷/۰۲/۱۶ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استانداردهای بین المللی زیر به روش «ترجمهٔ تغییر یافته» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمهٔ تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی همراه با اعمال تغییرات با توجه به مقتضیات کشور است:

EN 12953-3:2016, Shell boilers-Part 3: Design and calculation for pressure parts.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شمارهٔ ۲۲۱۵۶ است. سایر قسمت‌های این استاندارد به شرح زیر است:

-قسمت ۱:کلیات؛

- قسمت ۲: مواد برای قطعات تحت‌فشار دیگ‌ها و متعلقات؛

- قسمت ۴: روش اجرا و ساخت قطعات تحت‌فشار دیگ؛

- قسمت ۵: بازرسی حین ساخت، مستندسازی و نشانه‌گذاری قطعات تحت‌فشار دیگ؛

- Part 6: Requirements for equipment for the boiler[۱];

- قسمت ۷: الزامات سامانه‌های اشتعال سوخت‌های مایع و گاز برای دیگ‌ها؛

- قسمت ۸: الزامات وسایل حفاظتی در برابر فشار بیش‌ازحد؛

- Part 9: Requirements for limiting devices of the boiler and accessories[۱];

- قسمت ۱۰: الزامات آب تغذیه و کیفیت آب دیگ؛

- قسمت ۱۱: آزمون‌های پذیرش؛

- Part 12: Requirements for grate firing systems for solid fuels for the boiler[۱];

- Part 13: Operating instructions[۱].

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

دیگ‌های بخار و آب داغ از نوع پوسته‌ای- قسمت۳: طراحی و محاسبات اجزای تحت فشار

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات طراحی و محاسبات اجزای تحت‌فشار دیگ‌های پوسته‌ای تعریف‌شده در استاندارد ملی به شماره ۱-۲۲۱۵۶ می‌باشد.
برای الزامات طراحی و محاسبات سایر اجزای تحت‌فشار همانند طراحی دیواره لوله‌های‌آب، باید به مجموعه استانداردهای EN 12952 رجوع شود.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به‌صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده‌شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.
درصورتی‌که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده‌شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده‌شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.
استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۲۱۵۶: سال ۱۳۹۵، دیگ‌های بخار و آب داغ از نوع پوسته‌ای- قسمت۱: کلیات

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۲۱۵۶: سال ۱۳۹۵، دیگ‌های پوسته‌ای– قسمت۲ : مواد برای قطعات تحت‌فشار دیگ‌ها و متعلقات

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۴-۲۲۱۵۶: سال ۱۳۹۵، دیگ‌های پوسته‌ای– قسمت۴: روش اجرا و ساخت قطعات تحت فشار دیگ

۲-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۵-۲۲۱۵۶: سال ۱۳۹۵، دیگ‌های پوسته‌ای– قسمت۵ : بازرسی حین ساخت، مستندسازی و نشانه‌گذاری قطعات تحت فشار دیگ

۲-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰-۲۲۱۵۶: سال ۱۳۹۵، دیگ‌های پوسته‌ای– قسمت۱۰ : الزامات برای آب تغذیه و کیفیت آب دیگ

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

2-6 EN 12953-6:2011, shell boilers - Part 6: Requirements for equipment for the boiler
2-7 EN 1092-1:2007+A1:2013, Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated - Part 1: Steel flanges
2-8 EN 10160, Ultrasonic testing of steel flat product of thickness equal or greater than 6 mm (reflection method)
2-9 EN 12952-3:2011, Water-tube boilers and auxiliary installations - Part 3: Design and calculation for pressure parts of the boiler
2-10 EN 13445-3,Unfired pressure vessels-Part3: Design

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر همراه با اصطلاحات و تعاریف ارائه‌شده در استانداردهای ملی ایران شماره۱-۲۲۱۵۶ و ۶-۲۲۱۵۶ به‌کار می‌رود:

۳-۱

انشعاب

branch

نازل، انشعاب کوتاه لبه‌دار[1]، لوله تغذیه[2]

۳-۲

شروع به کار سرد

cold start

شروع به کار دیگ از فشار محیط در دمای اتاق تا رسیدن به شرایط عادی

۳-۳

شروع به کارگرم

warm start

شروع به کار دیگ از شرایط آماده به کارگرم

۳-۴

درز

seam

واژه عمومی برای اتصالات جوش‌شده، درزهای جوش‌شده یا جوش‌ها

1-Stub
2-Stand pipe

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۴ نمادها و کوته‌نوشت‌ها

در این استاندارد، باید از نمادهای ارائه‌شده در جدول۱ مندرج در استاندارد ملی ایران شماره۱-۲۲۱۵۶ استفاده شود. در متن این استاندارد، جایی‌که نیاز به برآورده نمودن الزامات متن خاص مرتبط باشد، اصطلاحات و نمادهای تکمیلی به‌کاربرده می‌شود. همچنین باید توجه نمود که در برخی از بندهای این استاندارد، به‌منظور ارائه اصطلاحات مختلف از نماد تکمیلی مشابه در فرمول‌های مختلف استفاده می‌شود. به‌هرحال، در تمامی این موارد، مقصود ویژه هر نماد در هر فرمول نشان داده‌شده است.

۵ کلیات

۵-۱ دیگ‌ها

الزامات این استاندارد باید برای دیگ‌های تعریف‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۲۱۵۶ به کار رود، طراحی این دیگ‌ها ازهرجهت تحت شرایط مشخص‌شده در این استاندارد بوده و تحت شرایط عملیات عادی به کار گرفته می‌شوند، آب تغذیه و آب دیگ آن‌ها مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۰-۲۲۱۵۶ بوده و تحت نظارت کافی می‌باشند.

در صورت وجود شرایط بهره‌برداری ویژه مانند بهره‌برداری با تناوب چرخه‌ای زیاد، این موضوع باید در فرایند طراحی در نظر گرفته شود.

آب تغذیه ورودی به دیگ بخار یا آب برگشتی واردشده به یک دیگ آب داغ، نباید مستقیماً به کوره برخورد نماید.

در صورت برآورده شدن کلیه الزامات زیر، هیچ‌گونه محاسبه بار چرخه‌ای نباید انجام شود:

الف- تعداد راه‌اندازی از فشار صفر تا فشارکاری[1] پیش‌بینی‌شده (چرخه‌های کامل فشار)، کوچک‌تر یا مساوی ۱۰۰۰ باشد؛

ب- برای موادی که استحکام تسلیم تعیین‌شده آن در دمای اتاق، کوچک‌تر یا مساوی ۲۹۵ MPa باشد، تعداد چرخه‌های فشار نسبی در محدوده ΔP=20% نسبت به PS ،کوچک‌تر یا مساوی ۱۰۰۰۰۰ یا به‌جای آن در محدوده ΔP=40% نسبت به PS،کوچک‌تر یا مساوی ۱۰۰۰۰ باشد.

پ- برای موادی‌که استحکام تسلیم تعیین‌شده آن در دمای اتاق، بزرگ‌تر از ۲۹۵ MPa باشد، تعداد چرخه‌های فشار نسبی در محدوده ΔP=10% نسبت به PS، کوچک‌تر مساوی ۱۰۰۰۰۰ یا به‌جای آن در بازه ΔP=20% نسبت به PS، کوچک‌تر یا مساوی ۱۰۰۰۰ باشد.

ت- جوش صفحات انتهایی درون قرارگرفته به پوسته و/ یا کوره باید حین ساخت دست‌کم ٪۱۰ آزمون فراصوتی شده باشد.

در غیر این‌صورت اگر شرایط بار چرخه‌ای پیچیده‌تر باشد، محاسبه بار چرخه‌ای باید انجام شود.

الزامات محاسبه بار چرخه‌ای برای ضریب جوش ۰٫۷ اعمال نمی‌شود (به زیربند ۵-۴ مراجعه شود).

1- Operating Pressure

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۵-۲ دیگ‌های آب داغ

در دیگ‌های آب داغ شعله مستقیم، اختلاف دمای خروجی و ورودی نباید بیش از K ۵۰ باشد. درصورتی‌که اختلاف این دو دما بیش از K ۵۰ شود، باید از یک وسیله مخلوط کننده داخلی یا خارجی برای محدودکردن این اختلاف دما تا K ۵۰ در دیگ استفاده شود.

اختلاف بین دمای اشباع متناظر با بیشینه فشارکاری و دمای خروجی نباید بیش از K ۸۰ باشد. چنانچه این اختلاف بیش از K ۸۰ باشد فاصله‌های تنفسی مندرج در زیربند ۱۰-۱ باید ٪۵۰ افزایش یابد. علاوه براین بیشینه توان حرارتی ورودی مطابق با نمودار شکل۱ باید تا ٪۲۰ کاهش یابد.

۵-۳ جوش‌های اصلی

انواع جوش مورداستفاده در طراحی دیگ باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۴-۲۲۱۵۶ باشد.

آزمون غیرمخرب(NDT)[1] باید مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۵-۲۲۱۵۶ انجام شود. طراحی اتصالات جوشی باید به‌گونه‌ای باشد که آزمون غیرمخرب موردنیاز بر روی آن‌ها انجام‌پذیر باشد.

۵-۴ ضریب جوش

ضرایب جوش v که در محاسبات اجزای تحت فشار استفاده می‌شود باید با توجه به گستره انجام آزمون غیرمخرب برابر۱ یا ۰/۸۵ یا ۰/۷ باشد.

گستره آزمون غیرمخرب باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۵-۲۲۱۵۶ باشد.

در صورتی‌که در طراحی از افزایش فشار آزمون همان‌گونه که در فرمول (۱) ارائه‌شده، استفاده شود، صرفاً ضریب جوش v=۰/۷ قابل‌قبول است:

$$p_t = 2{,}2\, p_c \frac{R_{p0,220}}{R_{p0,2tc}} \cdot \frac{e_{cs}+c_2}{e_{cs}} \qquad (۱)$$

۵-۵ طراحی حرارتی لوله‌های کوره

۵-۵-۱ شرایط طراحی

مشعل‌های با نرخ اشتعال ثابت (مشعل‌های روشن- خاموش یا یک مرحله‌ای نیز نامیده می‌شوند) نباید برای توان حرارتی ورودی بیش از MW ۱ به ازای هر کوره استفاده شود.

احتراق باید در کوره کامل شود.

دمای محاسباتی باید مطابق با زیربند ۶-۱-ث محاسبه شود.

به‌منظور اطمینان از ایمن بودن ترکیب‌های مشعل/ دیگ با توان حرارت ورودی بیش ازMW ۲، کمینه قطرکوره (d_i) نباید کمتر از اندازه‌های ارائه‌شده در زیر باشد (به شکل۱ مراجعه شود):

1-Non-Destructive Testing

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

الف- شماره ۱ فولاد رده P265GH/P295GH : سوخت زغال(آتشدان) : $d_i = 400+175H$

ب- شماره ۲ فولاد رده P265GH : سوخت نفت: $d_i = 365+117H$، سوخت گاز:$d_i = 365+90.4H$

پ- شماره ۳ فولاد رده P295GH/P355GH : سوخت نفت : $d_i = 450+75H$

سوخت گاز: $d_i = 450+57.7H$

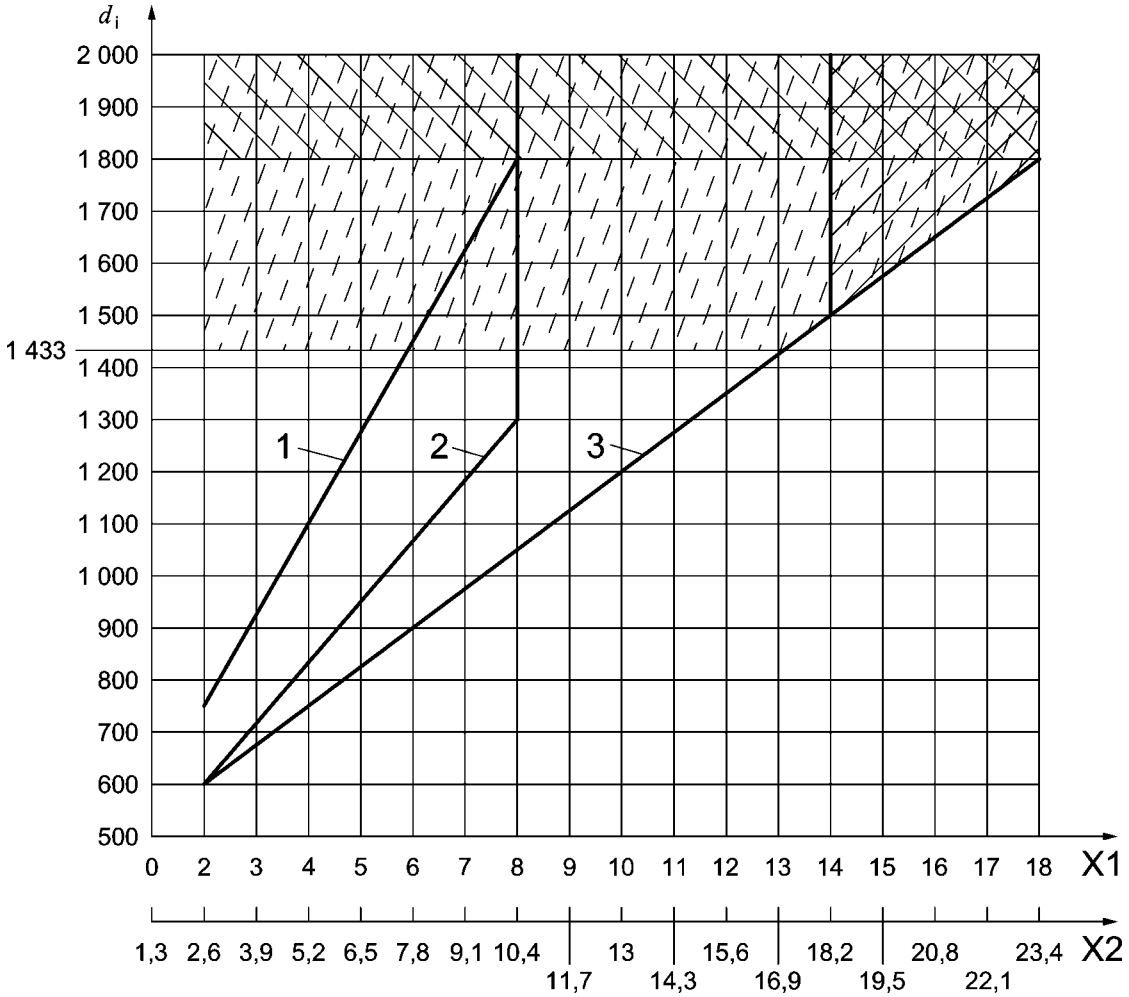
که در این فرمول‌ها:

d_i : قطر داخلی کوره‌های ساده برحسب mm (با یا بدون سفت‌کننده[1] یا بولینگ هوپ[2]) یا قطر متوسط کوره‌های چین‌دار برحسب mm (با یا بدون تقویتی)

H : توان حرارتی ورودی برحسبMW (حاصل‌ضرب نرخ جریان سوخت در ارزش حرارتی کمتر درصورتی‌که دمای هوا بیش از^{o}C ۱۰۰ باشد، پیش‌گرم هوا باید در محاسبات در نظر گرفته شود.)

1-Stiffener
2-Bowling hoop

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

1 سوخت زغال P265GH/P295GH

2 P265GH

3 P295GH/P355GH

d_i قطر داخلی کوره‌های ساده (با یا بدون تقویتی یا بولینگ هوپ‌ها) یا قطر متوسط کوره‌های چین‌دار (با یا بدون تقویتی)[mm]

X1 توان حرارت ورودی H_{oil}/H_{coal} [MW]

X2 توان حرارت ورودی H_{gas} [MW]

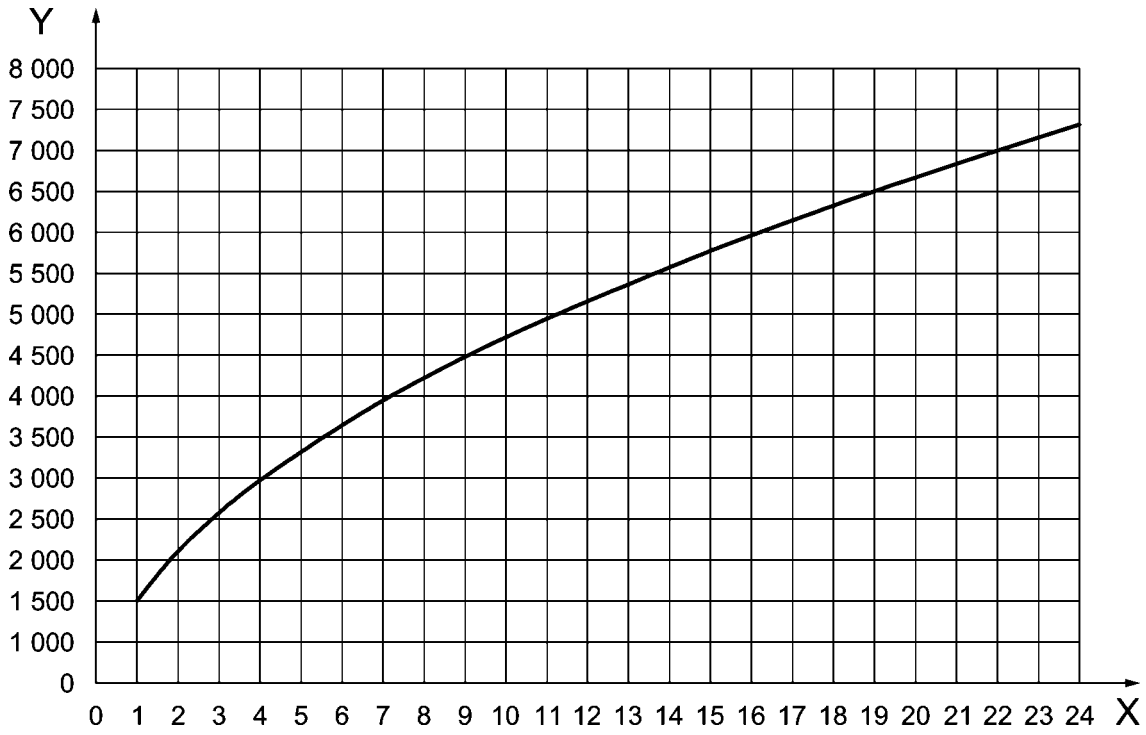
در صورتی‌که d_i>1800 mm نظارت بر دما ضروری است.

در صورتی‌که H_{Oil}>14 MW و Hgas>18.2 MW نظارت بر دما ضروری است.

در صورتی‌که d_i>1433 mm نظارت بر شرایط کاری ضروری است.

شکل ۱- ارتباط میان توان حرارت ورودی و قطر داخلی کوره d_i

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

Y کمینه طول لوله کوره [mm]

X توان حرارتی ورودی[MW]

شکل۲- ارتباط میان توان حرارت ورودی و طول کوره L

۵-۵-۲ ابعاد کوره

کمینه طول کوره باید با استفاده از نمودار۲ یا فرمول (۲) تعیین شود:

$$L\,[mm] = 150000 * (H\,[MW] / 10100)^{0.5} \qquad (۲)$$

درصورتی‌که قطر کوره کمتر از کمینه قطر (به نمودار شکل۱ مراجعه شود) یا درصورتی‌که طول کوره کمتر از کمینه طول موردنیاز (به نمودار شکل ۲ مراجعه شود) باشد شرایط زیر باید برآورده شود:

- تائید شار حرارتی و دمای محاسباتی کوره (برای مثال مطابق زیر بند۶-۱-ث).دماهای محاسباتی کمتر از فرمول۱۲ نباید استفاده شود.
- نظارت پیوسته کیفیت آب (به زیربندهای ۴-۸-۲، ۴-۸-۳ و۴-۸-۴ از استاندارد ملی ایران شماره ۶-۲۲۱۵۶ مراجعه شود)

درصورتی‌که قطر کوره بزرگ‌تر از ۱۸۰۰ mm باشد شرایط زیر باید برآورده شود:

- یک تحلیل تنش مجزا برای کوره (برای مثال با محاسبات FEA[1] مناسب) برای اثبات ضریب ایمنی در برابر تغییر شکل و پاره شدن ضروری است

1-Finite Element Analysis(تحلیل اجزای محدود)

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۵-۵-۳ توان حرارتی ورودی

درصورتی‌که توان حرارتی ورودی بیش از H_{Oil}=14 MW /H_{gas}=18.2MW باشد شرایط زیر باید برآورده شود:

- تائید شار حرارتی و دمای محاسباتی کوره (برای مثال مطابق با زیر بند ۶-۱-ث).
- مستندات طراحی، رضایت‌بخش بودن تناسب مشعل با دیگ را نشان داده و دستورالعمل‌های بهره‌برداری حاوی مشخصات کامل همراه با جزئیات برای مجموعه دیگ/ مشعل باشد.

۵-۵-۴ شرایط تکمیلی برای بهره‌برداری

درصورتی‌که H_{Oil}>14 MW /H_{gas}>18.2 MW، سازنده دیگ باید الزامات تکمیلی را برای بهره‌برداری به شرح زیردرنظر بگیرد. تحلیل ریسک باید بر اساس موارد زیر اتخاذ شود:

- شرایط بهره‌برداری به‌صورت سخت‌گیرانه‌تری تعیین شود مانند ارتقای الزامات کیفیت آب علاوه بر الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۰-۲۲۱۵۶، تعمیر و نگهداری کوتاه‌تر یا بازه‌های بازرسی کوتاه‌تر.
- درصورتی‌که مطابق با شکل۱ الزام شود، نظارت دمای بدنه کوره یا اقدامات ایمنی/ فنی معادل انجام شود.
- شرایط راه‌اندازی سخت‌گیرانه‌تر شود، مثلاً محدود نمودن نرخ گرم شدن در شروع سرد (یا به‌صورت خودکار دریک سیستم کنترلی یا در دستورالعمل‌های بهره‌برداری) همان‌گونه که در ارزیابی تناسب دیگ/ مشعل تعیین‌شده است.
- دیگ‌های دارای کوره دوقلو:درصورتی‌که الزامات بهره‌برداری، محدوده گسترده‌ای از توان حرارت ورودی را ایجاب کند، الزاماتی برای امکان بهره‌برداری از کوره تکی وجود داشته باشد.

الف- برای دیگ‌های بخار:

- پایش رسانایی آب دیگ باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۶-۲۲۱۵۶ باشد،
- بهبود در گردش حین راه‌اندازی.

ب- برای دیگ‌های آب داغ:

- پایش آب جبرانی ورودی[1] باید مطابق با استاندارد ملی ایران، شماره ۶-۲۲۱۵۶ باشد همچنین پایش برگشت آب ازنظر آلودگی باید انجام شود.
- پایش قابل‌اطمینان برای آب برگشتی ازنظر تغییرات ناگهانی در نرخ جریان یا دما،

جائی‌که مواد نسوز به بدنه کوره نصب می‌شود، طول آن نباید بزرگ‌تر از یک‌سوم قطر داخلی کوره باشد. شروع این طول از انتهای مشعل تعیین می‌شود. مواد نسوز اضافی یا سایر اجزای داخلی در کوره باهدف ذخیره‌سازی یا حفظ حرارت، مجاز نیست مگر جائی‌که آن‌ها مطابق با مشخصات سازنده مشعل باشند.

1 - monitoring of the make up water

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۵-۶ ابعاد اجزای تحت فشار

ضخامت دیواره و سایر ابعاد اجزای تحت‌فشار باید برای تحمل فشار محاسباتی در دمای محاسباتی کافی باشد و باید مطابق با این استاندارد تعیین شود.

۵-۷ تعیین فشارها

۵-۷-۱ بیشینه فشار مجاز

بیشینه فشار مجاز PS، بیشینه فشاری است که دیگ برای آن طراحی‌شده و باید در بالاترین نقطه از پوسته دیگ اندازه‌گیری شود.

۵-۷-۲ فشار محاسباتی

فشار محاسباتی P_c نباید از مجموع بیشینه فشار مجاز و فشار ستون آب[1] کمتر باشد. اگر فشار ستون آب هیدرو استاتیک کمتر از ٪ ۳ بیشینه فشار مجاز باشد اثر آن را می‌توان نادیده گرفت.

یادآوری- در این استاندارد فشار محاسباتی p_c، به عنوان فشار طراحی p_d نیز اشاره می‌شود. اصطلاح فشار محاسباتی p_c در سراسر این استاندارد استفاده شده است.

۵-۷-۳ فشار تنظیم شیرهای اطمینان

فشار تنظیم شیر(های) اطمینان نباید از بیشینه فشار مجاز بیشتر باشد. (به استاندارد ملی شماره ۸-۲۲۱۵۶ مراجعه شود)

۵-۷-۴ فشار آزمون هیدرو استاتیک

فشار آزمون هیدرو استاتیک استاندارد نباید از حاصل فرمول (۳) کمتر باشد:

$$p_t = 1{,}25\, p_c \frac{R_{p0,2\,20}}{R_{p0,2\,tc}} \qquad (۳)$$

یا

$$p_t = 1{,}43\, p_c \qquad (۴)$$

هرکدام بزرگ‌تر است.

که در آن:

$R_{p0.2\ 20}$: مقدار تعیین‌شده نقطه تسلیم در دمای ۲۰ °C.

2-Hydrostatic head

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

$R_{p0.2\ tc}$: به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۲۱۵۶، جدول ۱ مراجعه شود.
بالاترین نسبت $R_{p0.2\ 20}/R_{p0.2\ t}$ برای پوسته دیگ بخار و صفحه لوله جلویی (یا صفحه جلویی بسته به نحوه قرارگیری آن) و صفحه عقبی (یا صفحه لوله عقبی بسته به نحوه قرارگیری آن) در دماهای محاسباتی آن‌ها باید در نظر گرفته شود.
در تمامی موارد:
الف- تنش در تمام قطعات تحت‌فشار دیگ و یا اجزای نصب‌شده به دیگ، نباید از ٪۹۵ استحکام تسلیم مشخص‌شده آن‌ها در دمای آزمون بیشتر باشد؛
ب- P_t نباید از فشار محاسباتی کوره تحت شرایط آزمون بیشتر باشد (به زیربند ۱-۱۳ مراجعه شود). اندازه مدول الاستیسیته (E) باید در دمای اتاق استفاده شود.
پ- برای دیگ‌هایی که لوله‌های دود آن‌ها صرفاً والس(گشاد) می‌شوند، اندازه $P_t = ۱٫۴۳\ P_c$ باید استفاده شود.

۵-۸ حدود مجاز

۵-۸-۱ حد مجاز برای رواداری‌های مواد تهیه‌شده و فرایندهای شکل‌دهی

رواداری منفی روی ضخامت اسمی دیواره سفارش شده C_1، برای جبران رواداری‌های منفی ناشی از شرایط تهیه مواد می‌باشد.
کمینه ضخامتی که پس از فرایندهای شکل‌دهی، توسط تأمین‌کننده یا سازنده به دست می‌آید باید دست‌کم برابر کمینه ضخامت تعیین‌شده در مستندات مربوط باشد (یعنی نقشه‌ها، دفترچه محاسبات و...)

۵-۸-۲ حد مجاز برای خوردگی فلز

در صورت وجود احتمال وقوع خوردگی و همچنین فرسایش و سایش، حد مجاز خوردگی[1] C_2 که این موارد را شامل می‌شود باید در محاسبات طراحی منظور شود.
برای اجزایی که تحت شرایط عادی کار می‌کنند:
الف- برای ضخامت دیواره کوچک‌تر یا مساوی ۳۰ mm، کمینه حد مجاز خوردگی باید ۰٫۷۵ mm در نظر گرفته شود.
ب- برای ضخامت دیواره بزرگ‌تر از ۳۰ mm و برای کلیه قطعات تخت، حد مجاز خوردگی ۰ (mm) را می‌توان استفاده نمود.
در مورد شرایط خوردگی شدید، افزایش اندازه C_2، باید متناسب با خوردگی انتخاب شود.

۵-۹ الزامات تکمیلی مواد برای ورق‌ها

برای ورق‌ها باضخامت بزرگ‌تر یا مساوی ۳۰mm باید آزمون‌های فراصوتی مطابق با EN 10160 انجام شود.

1- Wastage

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۵-۱۰ اتصالات استاندارد

اگر اتصالات استاندارد (برای مثال زانویی، خم‌های لوله‌ای و غیره) مطابق با استاندارد EN 10253-2 استفاده می‌شوند، محاسبات تکمیلی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۲۱۵۶ الزامی نیست.

یادآوری- استانداردهای جایگزین می‌توانند استفاده شوند و باید مطابق با الزامات استانداردهای تعیین‌شده EN باشند.

۵-۱۱ فلنج‌ها

اگر فلنج‌ها مطابق با استاندارد EN 1092-1:2007+A1:2013 استفاده می‌شود، محدوده فشار/ دما (p/t) ارائه‌شده در استاندارد EN 1092-1:2007+A1:2013 و پیوست چ باید استفاده شوند.

یادآوری- استانداردهای جایگزین می‌توانند استفاده شوند و باید مطابق با الزامات استانداردهای ویژه EN باشند.

۵-۱۲ طراحی براساس تجزیه و تحلیل

طراحی برمبنای تجزیه‌وتحلیل مجاز است مشروط بر اینکه اختلالی در الزامات ایمنی و عملکرد قطعات ایجاد ننماید. نتایج هرگونه محاسبات تنش انجام‌شده برای بارهایی که صراحتاً با فرمول‌های این استاندارد پوشش داده نشده باید با معیارهای ارائه‌شده در استاندارد EN 13445-3:2014 ارزیابی شود.

۵-۱۳ اکونومایزر[1] و سوپرهیتر

برای اکونومایزر و سوپرهیتر با طراحی لوله آبی که متصل به دیگ پوسته‌ای هستند، به پیوست ت مراجعه شود.

۶ دمای محاسباتی و تنش طراحی اسمی

۶-۱ دمای محاسباتی

دمای محاسباتی t_c باید متوسط دمای فلز باشد و باید مطابق با بندهای الف تا ث تعیین شود.

الف- برای قطعاتی که در معرض انتقال حرارت نیستند (برای مثال پوسته‌های استوانه‌ای)، دمای محاسباتی(t_c) نباید کمتر از دمای اشباع (t_s) متناظر با بیشینه فشار مجاز، یا بیشینه دمای مجاز باشد.

ب- برای لوله‌های دود، دمای محاسباتی (t_c) باید طبق فرمول‌های (۵) و (۶)، هرکدام بزرگ‌تر است، تعیین شود:

$$t_c = t_s + 2e_t \qquad (۵)$$

یا

$$t_c = t_s + 25 \qquad (۶)$$

1- Economizer

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

پ- دمای محاسباتی برای قطعاتی‌که در معرض انتقال حرارت بوده ولی در تماس شعله نیستند جائی‌که دمای ورودی گاز در آن‌ها بیش از$^{\circ}$C ۸۰۰ نیست، دمای محاسباتی باید مطابق معادلات (۷) و (۸)، هرکدام کمتر است، تعیین شود:

$$t_c = t_s + 2e + 15 \quad (۷)$$

یا

$$t_c = t_s + 50 \quad (۸)$$

دمای محاسباتی (t_c) برای قطعاتی که در آن دود با دمای کمتر از $^{\circ}$C ۴۰۰ عبور می‌کند باید مطابق فرمول زیر محاسبه شود:

$$t_c = t_s + 20 \quad (۹)$$

ت- دمای محاسباتی برای قطعاتی که در معرض انتقال حرارت می‌باشند جائی‌که دمای ورودی گاز در آن‌ها بیش از$^{\circ}$C ۸۰۰ است، باید با استفاده از فرمول‌های(۱۰) یا (۱۱) تعیین شود:

$$t_c = t_s + 3e + 30 \quad : \quad \text{گرمایش با تشعشع} \quad (۱۰)$$

یا

(۱۱) گرمایش با انتقال گرما(همرفت) : $t_c = t_s + 2e + 15$ اما نه بیشتر از t_s +50 یا مطابق با پیوست پ

ث- دمای محاسباتی برای کوره‌ها باید با فرمول (۱۲) تعیین شود:

$$t_c = t_s + 3.5e + 35 \quad (۱۲)$$

فرمول (۱۲) می‌تواند برای محاسبه (t_c) استفاده شود، به‌شرط اینکه:

d_i بزرگ‌تر یا مساوی کمینه d_i معادل کوره باشد (به زیربند ۵-۵-۱ مراجعه شود)؛

L بزرگ‌تر یا مساوی کمینه طول کوره باشد (به شکل ۲ مراجعه شود)؛

H_{oil} کوچک‌تر یا مساوی ۱۴٫۰ MW باشد؛

H_{gas} کوچک‌تر یا مساوی ۱۸٫۲ MW باشد.

اگر از فرمول (۱۲) نتوان استفاده نمود، دمای محاسباتی (t_c) باید مطابق الزامات پیوست ب تعیین شود.

در تمام موارد، دمای محاسبه‌شده نباید کمتر از مقدار محاسبه‌شده با فرمول (۱۲) باشد.

در تمام موارد، بیشینه دمای محاسباتی مجاز برای کوره باید $^{\circ}$C ۴۲۰ باشد.

۶-۲ تنش طراحی اسمی

درصورتی‌که در این استاندارد شرایط دیگری قید نشده باشد تنش طراحی f باید کمتر از دو مقدار به‌دست‌آمده از فرمول (۱۳) باشد:

$$f = \min\left\{\frac{R_{p0,2\,tc}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4}\right\} \quad (۱۳)$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

یادآوری- عبارت" تنش طراحی اسمی" که با حرف اختصاری f نشان داده می‌شود، عبارت است از تنشی که در فرمول‌های این استاندارد برای طراحی قطعات تحت‌فشار بکار برده می‌شود. قوانین جزئیات طراحی در این استاندارد، بیشینه تنش‌های واقعی را در حدود قابل‌پذیرش برای نوع بارگذاری موردنظر در برمی‌گیرد.

۷ پوسته‌های استوانه‌ای

۷-۱ ضخامت پوسته

۷-۱-۱ الزامات

پس از کسر حدود مجاز، ضخامت پوسته (e_{rs}) از فرمول (۱۴) به دست می‌آید:

$$e_{rs} = e_s - c_1 - c_2 \qquad (۱۴)$$

ضخامت پوسته استوانه‌ای باید دست‌کم بزرگ‌ترین مقداری که در موارد زیر الزام شده، باشد:

الف- کمینه ۶ mm برای پوسته‌های استوانه‌ای با قطر خارجی بزرگ‌تر یا مساوی ۱۰۰۰ mm به استثنا دیگ‌های فشار پائین (LPB)[1] برای دیگ‌های با قطر خارجی کمتر از ۱۰۰۰ mm و دیگ‌های فشار پائین(LPB) کمینه ۴ mm باید الزام شود.

ب- الزامات زیربند ۷-۲ با به کاربردن الزامات زیربندهای ۸-۲ یا ۸-۳-۳ و ۸-۳-۴.

۷-۱-۲ ضخامت موردنیاز دیواره همراه با حدود مجاز

ضخامت موردنیاز دیواره با در نظر گرفتن حدود مجاز، در فرمول (۱۵) آورده شده است:

$$e_{sa} = e_{cs} + c_1 + c_2 \qquad (۱۵)$$

۷-۲ محاسبات پایه برمبنای فشار داخلی

در صورت موجود بودن d_{is}، ضخامت موردنیاز دیواره بدون حدود مجاز (e_{cs}) یک پوسته استوانه‌ای در فرمول (۱۶) آورده شده است:

$$e_{cs} = \frac{p_c d_{is}}{(2 f_s - p_c) v} \qquad (۱۶)$$

در صورت موجود بودن d_{os}، ضخامت موردنیاز دیواره بدون حدود مجاز (e_{cs}) یک پوسته استوانه‌ای در فرمول (۱۷) آورده شده است:

$$e_{cs} = \frac{p_c d_{os}}{(2 f_s - p_c) v + 2 p_c} \qquad (۱۷)$$

1-Low Pressure Boilers

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۳-۷ پایه‌ها و قلاب‌های حمل دیگ

تنش‌های وارد بر پوسته دیگ ناشی از بارهای پایه‌ها و قلاب‌های حمل باید محاسبه شود.

یادآوری ۱- به عنوان راهنما، می‌توان از بند ۱۶ استاندارد EN 13445-3:2014، برای محاسبه یا تحلیل ویژه استفاده نمود.

یادآوری ۲- محاسبات مربوط به خود پایه‌ها و قلاب‌های حمل نیز باید انجام شود.

۸ سوراخ‌ها و انشعابات در پوسته‌های استوانه‌ای

۸-۱ کلیات

۸-۱-۱ مقدمه

این بند قوانین طراحی مربوط به سوراخ‌ها و انشعابات را در پوسته‌های استوانه‌ای مشخص می‌کند.

ملاحظات زیر باید موردتوجه قرار گیرد:

- برای ضخامت دیواره،کلیه اندازه‌ها صرف‌نظر از مقادیر مجاز C_2 ,C_1 می‌باشند،
- جزئیات جوش صرفاً به‌طور نمونه هستند.

۸-۱-۲ الزاماتی برای تقویتی سوراخ‌های روی پوسته‌ها

۸-۱-۲-۱ جائی‌که کاربرد داشته باشد، تقویت سوراخ‌ها در پوسته‌ها باید مطابق موارد زیر انجام شود:

الف- به‌وسیله افزایش ضخامت دیواره پوسته محاسبه‌شده مطابق با فرمول‌های (۱۶) و (۱۷).

اضافه ضخامت دیواره باید دست‌کم تا طول l_{rs} مطابق با شکل‌های ۴ تا ۷ ادامه یابد.

جایی که محل قرارگیری انشعاب یا سوراخ ، نزدیک به هرگونه جوش لب‌به‌لب در دیواره پوسته باشد، فاصله $l_{s1} \geq e_{rs}$ باید رعایت شود. (به شکل‌های ۵ و۶ مراجعه شود)

ب- به‌وسیله انشعابات، که روی طولی معادل l_{b1} از سطح بیرونی دیواره پوسته اندازه‌گیری می‌شود و باضخامت دیواره‌ای بیش‌ازاندازه موردنیاز در محاسبه فشار داخلی، بدون یا با افزایش در ضخامت دیواره پوسته تأمین می‌شود (به شکل‌های ۵ و ۶ مراجعه شود).

اتصال جوش شده بین پوسته و انشعاب باید جوشی بانفوذ کامل باشد. جایی که نتوان جوش بانفوذ کامل به کاربرد، انشعاب نباید در محاسبه تقویتی در نظر گرفته شود (به شکل ۴ مراجعه شود).

برای $d_{ib} \leq 50$ mm، نسبت ضخامت دیواره (e_{rb}/e_{rs})کوچک‌تر و مساوی ۲ مجاز است. همچنین این نسبت باید برای انشعاباتی با $d_{ib} > 50$ mm تا جایی‌که نسبت قطر $d_{ib}/d_{is} \leq 0.2$ برقرار باشد به‌کار گرفته شود. برای انشعاباتی با $d_{ib} > 50$ mm و نسبت قطر $d_{ib}/d_{is} > 0.2$، نسبت e_{rb}/e_{rs} نباید از یک واحد بیشتر باشد. این شرایط برای دریچه‌های دسترسی و بازرسی به‌کاربرده نمی‌شود.

طول l_{rb} در شکل ۶ باید دست‌کم مساوی باضخامت انشعاب e_{rb} باشد.

پ- به‌وسیله پدهای تقویتی برای افزایش ضخامت دیواره همان‌گونه که در قسمت الف آورده شده است (به شکل‌های ۷ و ۸ مراجعه شود). تقویت سوراخ‌ها به‌وسیله پدهای تقویتی داخلی مجاز نیست.

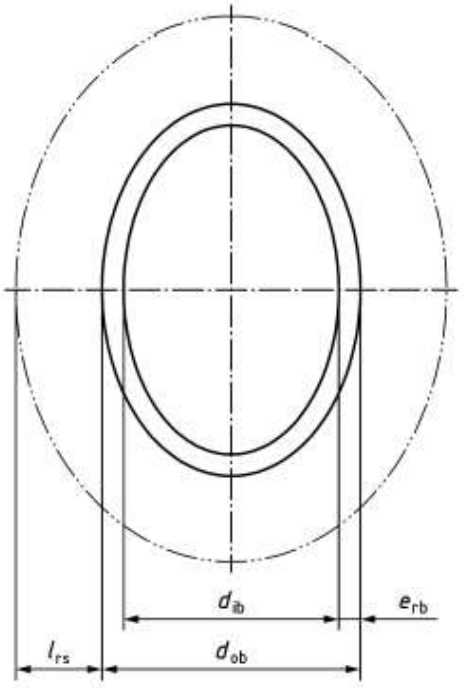
azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

ت- به‌وسیله سفت‌کننده درون قرارگرفته که می‌تواند به‌صورت یک فلنج مانند شکل۹ استفاده شود.اندازه ارتفاع e_r حلقه مورداستفاده برای محاسبه تقویتی به بیشترین مقدار$\{3{\cdot}e_{rs};\ 3{\cdot}l_r\}$ محدود می‌شود. در این حالت برای محاسبه تقویتی از A_{fr} بجای A_{fb} و f_r به‌جای f_b استفاده می‌شود.

یادآوری- حلقه‌های بیرون قرارگرفته (فلنج‌ها) ممکن است صرفاً به‌عنوان پد تقویتی در نظر گرفته شوند.

۸-۱-۲-۲ جایی‌که دریچه‌های دسترسی و بازرسی به شکل بیضوی وجود داشته باشد نسبت قطر بزرگ به قطر کوچک نباید بیش از ۱٫۵ باشد.

برای سوراخ‌های بیضوی یا لوبیایی[1] در پوسته‌های استوانه‌ای، قطر سوراخ مورداستفاده در محاسبه تقویتی باید در راستای محور پوسته باشد (به شکل ۳ مراجعه شود).



راهنما:

d_{ib} قطر داخلی انشعاب بدون حدود مجاز

d_{ob} قطر اسمی خارجی انشعاب

e_{rb} ضخامت واقعی دیواره انشعاب یا نازل، بدون حدود مجاز

شکل۳- ابعاد محاسباتی برای سوراخ‌های بیضوی

سوراخ‌ها باید نسبت به جوش‌های طولی و محیطی پوسته بافاصله کافی قرار گیرند.

درصورتی‌که لبه بیرونی یک انشعاب یا تقویتی بیرون جوش شده برای پوسته‌ای با یکی از ضخامت‌های زیر باشد، فاصله انشعاب از لبه جوش باید به‌اندازه کافی در نظر گرفته شود:

الف-برای ضخامت e_{rs} کوچک‌تر یا مساوی ۲۵ mm، این فاصله برابر$2e_{rs}$ باشد؛

1- obround

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

ب- برای ضخامت e_{rs} بزرگ‌تر از ۲۵ mm، این فاصله برابر کمینه ۵۰ mm باشد؛
ماشین‌کاری سوراخ‌ها از میان جوش‌های طولی و محیطی پوسته مجاز است مشروط بر اینکه قطر سوراخ بزرگ‌تر یا مساوی ۱۰۰ mm و ضخامت انشعاب بزرگ‌تر یا مساوی ۸ mm باشد. سوراخ باید لبه درز اصلی جوش را آشکار نموده و در معرض آزمون غیرمخرب اضافی زیر قرار گیرد:
پ- پس از ماشین‌کاری و قبل از جوشکاری انشعاب: شناسایی ترک سطحی منطقه مربوط؛
ت- پس از جوشکاری انشعاب علاوه بر بازرسی اشاره‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵-۲۲۱۵۶؛ شناسایی ترک سطحی و آزمون‌های فراصوتی (UT).
یادآوری- در نظر گرفتن جوش مربوطه با ضریب جوش $v=1$ توصیه می‌شود.

۸-۱-۳ طول‌های مؤثر l_{rs} برای محاسبه اثربخشی و جبرانی‌ها

برای محاسبه کارایی‌ها به روش تقریبی همان‌گونه که در زیربند ۸-۲ بدان اشاره‌شده و محاسبه انشعابات منفرد و مجاور که در زیربند ۸-۳ تشریح شده است، طول مؤثر l_{rs} که باید برای پوسته استفاده شود، موردنیاز است.

$$l_{rs}=\min\left[\sqrt{(d_{es}+e_{rs})e_{rs}};l_{s1}\right] \qquad (۱۸)$$

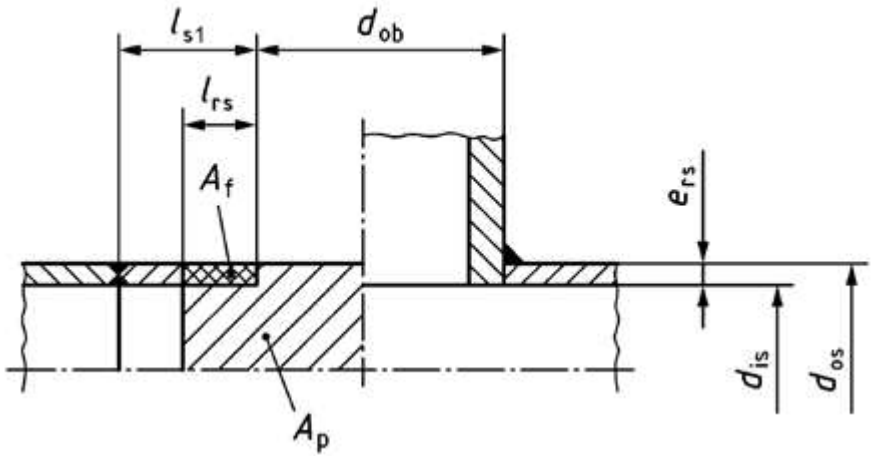
یادآوری- اگر سفت‌کننده مطابق با زیربند ۸-۱-۲-۱(ت) استفاده شود، استفاده از e_{rs} به‌عنوان ضخامت متوسط، با در نظر گرفتن e_r و e_{rs} به‌دست‌آمده از تکرار محاسبه، مجاز می‌باشد.
برای l_{s1} به شکل‌های ۴ تا ۶ مراجعه شود.
و برای نازل با $\psi \geq 45^\circ$
برای بیرون‌زدگی بیرونی داریم:

$$l_{rb}=\min\left[\sqrt{(d_{ib}+e_{rb})e_{rb}};l_{b1}\right] \qquad (۱۹)$$

برای بیرون‌زدگی داخلی داریم:

$$l_{rbi}=\min\left[0{,}5\sqrt{(d_{ib}+e_{rb})e_{rb}};l_{b2}\right] \qquad (۲۰)$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

A_f سطح مقطع مؤثر به‌عنوان جبرانی، بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

A_p سطح تحت‌فشار بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

e_{rs} ضخامت واقعی دیواره بدنه اصلی بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

l_{rs} طول مؤثر بدنه اصلی کمک‌کننده به تقویتی

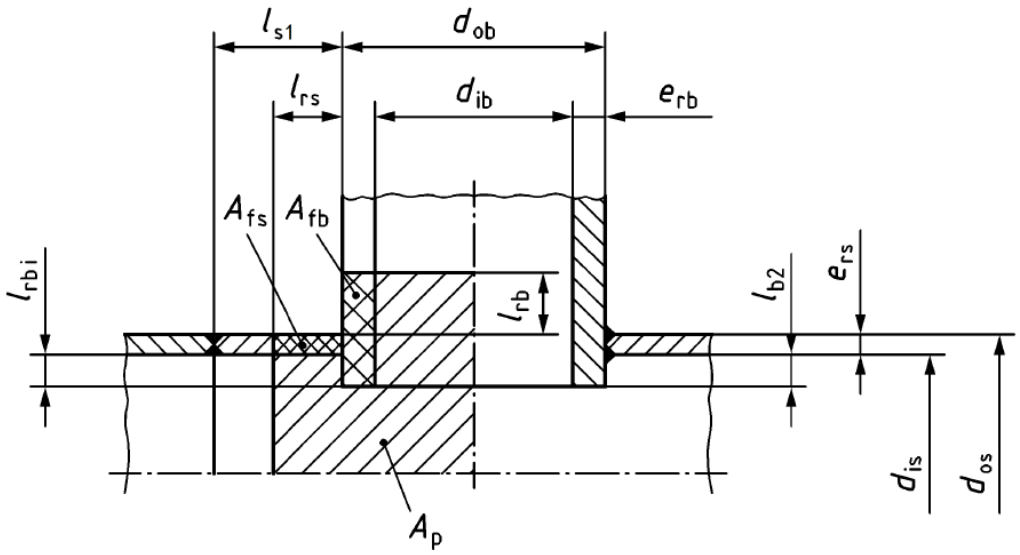
d_{os} قطر اسمی خارجی بدنه اصلی

d_{is} قطر داخلی بدنه اصلی

d_{ob} قطر اسمی انشعاب

شکل۴- پوسته استوانه‌ای با انشعاب جوش شده به‌صورت گوشه‌ای (بدون تقویت اضافی)

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

A_p سطح تحت‌فشار بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

A_{fs} سطح مقطع بدنه اصلی مؤثر به‌عنوان جبرانی

A_{fb} سطح مقطع انشعاب مؤثر به‌عنوان جبرانی

d_{ib} قطر داخلی انشعاب بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

d_{ob} قطر اسمی خارجی انشعاب

d_{os} قطر اسمی خارجی بدنه اصلی

d_{is} قطر داخلی بدنه اصلی

e_{rb} ضخامت واقعی دیواره انشعاب یا نازل بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

e_{rs} ضخامت واقعی دیواره بدنه اصلی بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

l_{b2} طول اندازه‌گیری شده بیرون‌زدگی داخلی انشعاب

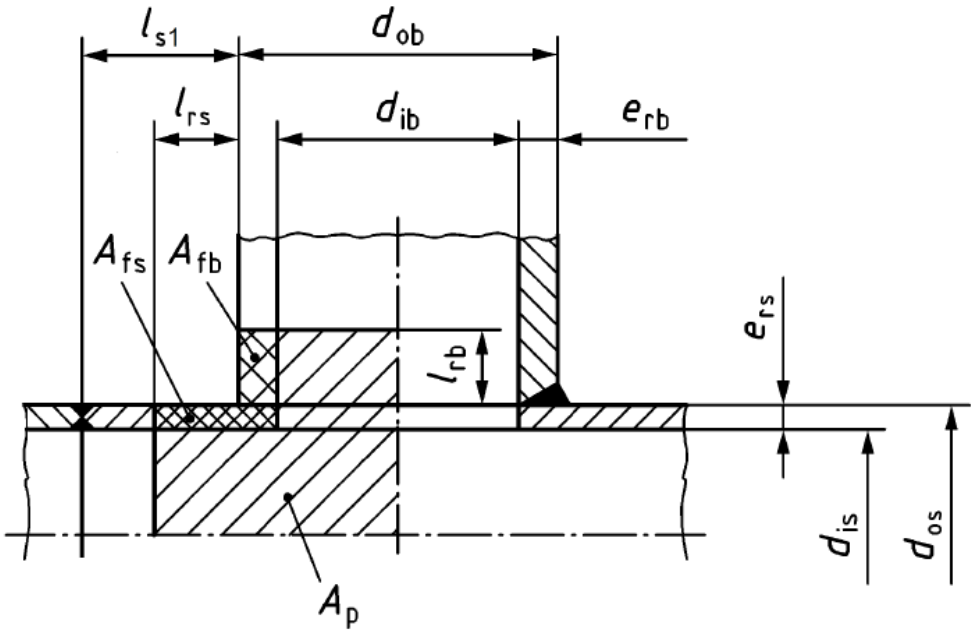
l_{rb} طول مؤثر انشعاب کمک‌کننده به تقویت

l_{rbi} طول مؤثر بیرون‌زدگی درونی انشعاب توزده برای کمک به تقویت

l_{rs} طول مؤثر بدنه اصلی کمک‌کننده به تقویت

شکل۵- پوسته استوانه‌ای با انشعاب جوش شده بانفوذ کامل(انشعاب توزده)

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

A_p سطح تحت‌فشار بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

A_{fs} سطح مقطع بدنه اصلی مؤثر به‌عنوان جبرانی

A_{fb} سطح مقطع انشعاب مؤثر به‌عنوان جبرانی

d_{ib} قطر داخلی انشعاب بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

d_{ob} قطر خارجی اسمی انشعاب

d_{os} قطر اسمی خارجی بدنه اصلی

d_{is} قطر داخلی بدنه اصلی

e_{rb} ضخامت دیواره واقعی انشعاب یا نازل بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

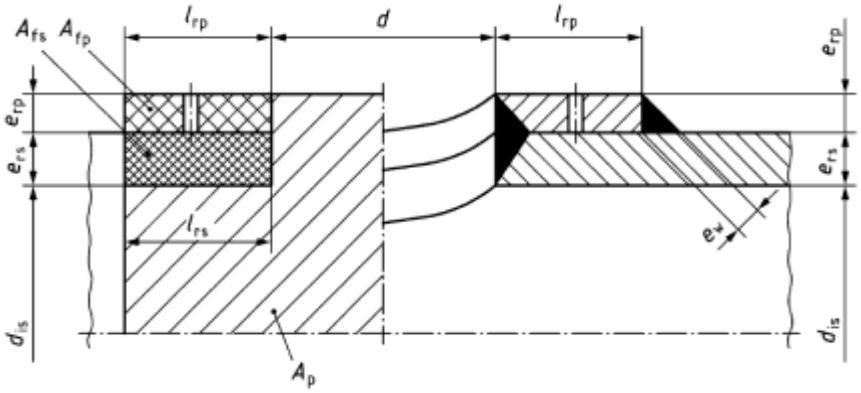
e_{rs} ضخامت واقعی دیواره بدنه اصلی بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

l_{rb} طول مؤثر انشعاب کمک‌کننده به تقویت

l_{rs} طول مؤثر بدنه اصلی کمک‌کننده به تقویت

شکل ۶- پوسته استوانه‌ای با انشعاب بیرون قرارگرفته وجوش شده روی آن

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

A_p سطح تحت‌فشار بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

A_{fs} سطح مقطع بدنه اصلی مؤثر به‌عنوان جبرانی

A_{fp} سطح مقطع پد تقویتی مؤثر به‌عنوان جبرانی

d_{is} قطر داخلی بدنه اصلی

e_{rp} ضخامت دیواره واقعی پد تقویتی بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

e_{rs} ضخامت واقعی دیواره بدنه اصلی بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

e_w ضخامت جوش ($e_w \geq 0.7\ e_{rp}$)

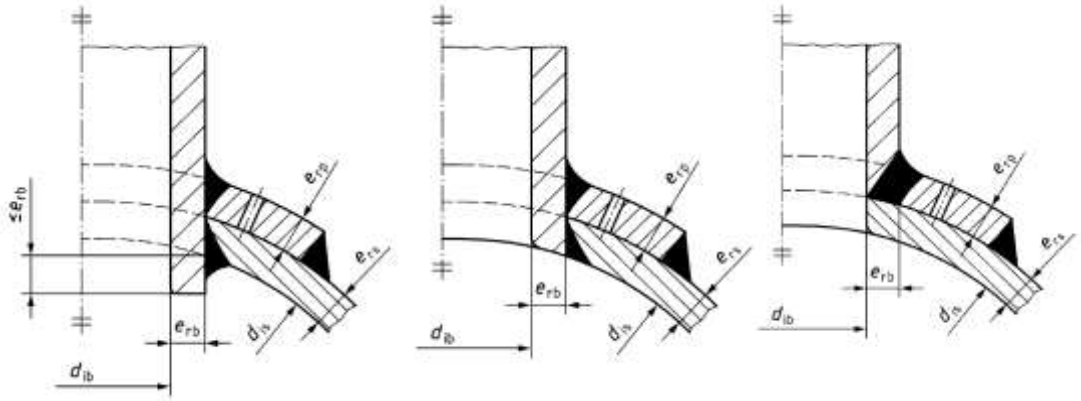
l_{rb} طول مؤثر انشعاب کمک‌کننده به تقویتی

l_{rs} طول مؤثر بدنه اصلی کمک‌کننده به تقویتی

l_{rp} عرض مؤثر سفت‌کننده

d قطر سوراخ لوله

شکل۷- سوراخ با پد تقویتی



پ- انشعاب جوش شده از بیرون ب- انشعاب جوش شده از داخل الف- انشعاب جوش شده توزده

راهنما:

d_{ib} قطر داخلی انشعاب بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

d_{is} قطر داخلی بدنه اصلی

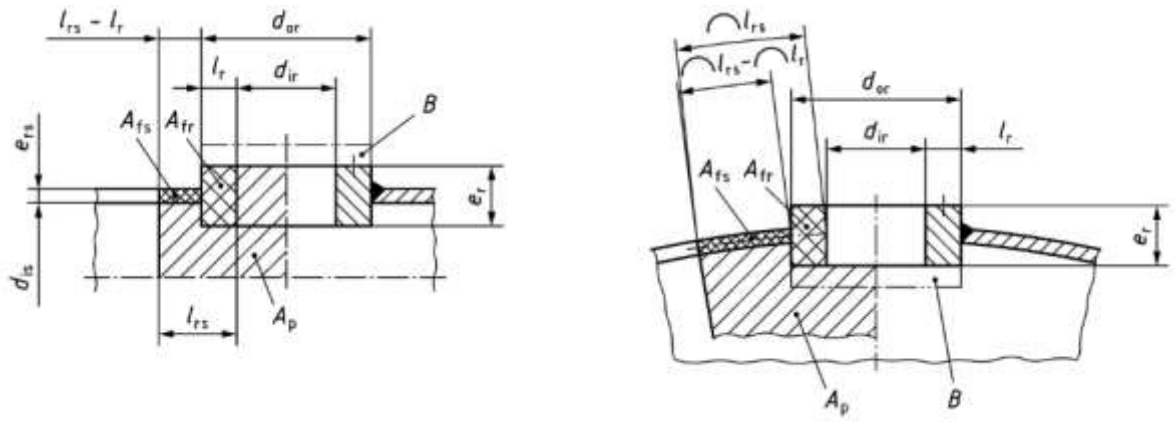
e_{rb} ضخامت واقعی دیواره انشعاب یا نازل بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

e_{rp} ضخامت واقعی دیواره پد تقویتی بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

e_{rs} ضخامت واقعی دیواره بدنه اصلی بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

شکل۸- سوراخ با پد تقویتی و انشعاب بانفوذ کامل

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



(ب) (الف)

راهنما:

A_p سطح تحت‌فشار بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

A_{fs} سطح مقطع بدنه اصلی مؤثر به‌عنوان جبرانی

A_{fr} سطح مقطع حلقه تقویت‌کننده

d_{or} قطر اسمی حلقه

d_{ir} قطر داخلی حلقه

d_{is} قطر داخلی بدنه اصلی

e_r ارتفاع حلقه

e_{rs} ضخامت واقعی دیواره بدنه اصلی بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

l_r عرض حلقه

l_{rs} طول مؤثر بدنه اصلی کمک‌کننده به تقویت

B محل اختیاری فلنج کور

شکل۹- سوراخ با سفت‌کننده (فلنج)

۸-۱-۴ موقعیت سوراخ‌های منفرد

درصورتی‌که فاصله مراکز سوراخ‌های مجاور $P_Ø$ (همان‌گونه که در شکل۱۴نشان داده‌شده)، شرایط اشاره داده در فرمول (۲۱) را برآورده نماید، با سوراخ‌های مجاور باید همانند سوراخ‌های منفرد عمل شود.

$$P\Phi \geq \left(\frac{d_{ib1}}{2}+e_{rb1}\right)+\left(\frac{d_{ib2}}{2}+e_{rb2}\right)+2\sqrt{(d_{iz}+e_{rz})\,e_{rz}} \qquad (۲۱)$$

برای سوراخ‌های بدون یک انشعاب $e_{rb}=0$

۸-۱-۵ الزامات برای طراحی انشعابات

۸-۱-۵-۱ پوسته با تنش طراحی کمتر از انشعابات

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

اگر پوسته، انشعاب و تقویتی اضافه شونده از موادی با تنش‌های طراحی متفاوت تشکیل‌شده باشد و فلز به‌کاررفته در پوسته دارای پایین‌ترین اندازه تنش طراحی f_s باشد، به‌منظور محاسبه تقویت دریچه، این اندازه باید برای تمامی مواد استفاده شود، به‌طوری‌که f_p و f_b هردو مساوی f_s باشند.

۸-۱-۵-۲ انشعابات یا پدهای تقویتی با تنش طراحی کمتر از پوسته

اگر مواد مورداستفاده برای انشعاب یا پد تقویتی، دارای تنش طراحی به ترتیب f_b یا f_p کمتر از تنش طراحی بدنه f_s باشند، در این حالت این تنش طراحی f_b یا f_p باید در فرمول‌های مربوطه در نظر گرفته شود.

۸-۱-۵-۳ حالت ویژه

در محاسبات باید قطر داخلی نازل d_{ib} استفاده شود حتی اگر قطر سوراخ d در پوسته کمتر از d_{ib} باشد.

۸-۱-۶ الزامات طراحی پدهای تقویتی

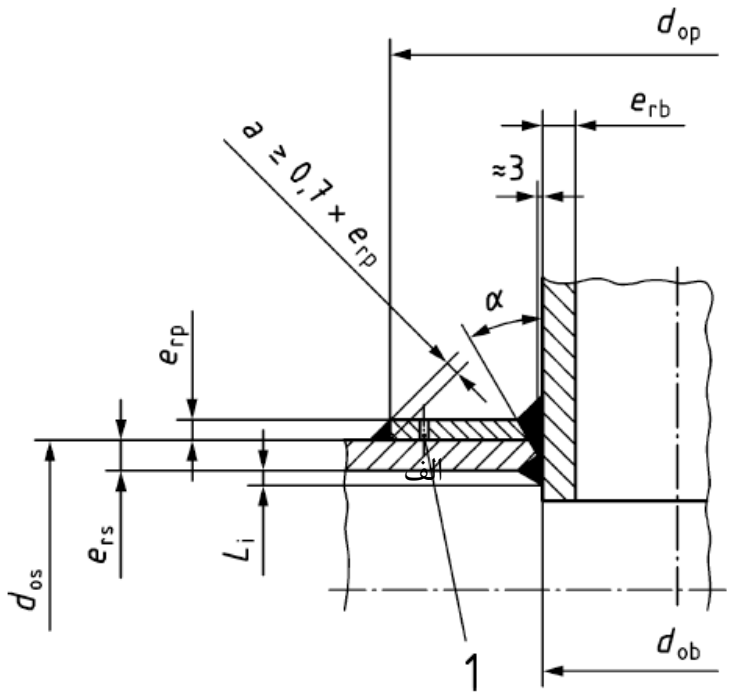
۸-۱-۶-۱ کلیات

پدهای تقویتی باید مطابق با زیربند ۸-۱-۲ طراحی شوند.
درصورتی‌که استفاده از پدهای تقویتی (به شکل‌های ۷ و ۸ مراجعه شود)، این پدها باید تماس کاملی با پوسته داشته و باید به‌منظور جلوگیری از محبوس شدن گازها بر روی آن‌ها سوراخ‌هایی(سوراخ خبرکن) تعبیه شوند.

۸-۱-۶-۲ ملاحظات فشار

درصورتی‌که پدهای تقویتی برای تقویت سوراخ‌ها استفاده می‌شوند شرایط زیر باید رعایت شود:
اگر پدهای تقویتی برای تقویت سوراخ‌ها استفاده می‌شوند، جوش انشعاب به پوسته باید الزامات استاندارد EN 12953-4 را برآورده نماید و:
الف- نسبت قطر انشعاب به قطر پوسته استوانه‌ای d_{ib}/d_{is} نباید از ۰٫۲۵ بیشتر باشد.
اندازه a در جوش پد به پوسته باید بزرگ‌تر یا مساوی e_{rp} ۰٫۷باشد (به شکل ۱۰ مراجعه شود)
ب- به‌منظور مقاصد محاسباتی، ضخامت پد تقویتی نباید از ضخامت پوسته بیشتر باشد.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

d_{ob} قطر اسمی بیرونی انشعاب

d_{op} قطر بیرونی صفحه جبرانی

e_{rb} ضخامت واقعی دیواره انشعاب بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

e_{rs} ضخامت واقعی دیواره پوسته بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

e_{rp} ضخامت واقعی دیواره پد تقویتی بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

L_i طول پای جوش گوشه‌دار

1 سوراخ خبرکن(تهویه)

α ۳۰° تا ۴۵° درجه است

شکل ۱۰- جوشکاری پدهای تقویتی انشعاب توزده و جوش شده بانفوذ کامل

۸-۱-۷ الزامات کلی برای محاسبات سطوح مقطع و مناطق تحت‌فشار

قطر داخلی پوسته باید با استفاده از فرمول (۲۲) محاسبه شود.

$$d_{is} = d_{os} - 2 * (e_s - c_1 - c_2) \qquad (۲۲)$$

قطر داخلی انشعاب باید با استفاده از فرمول (۲۳) محاسبه شود.

$$d_{ib} = d_{ob} - 2 * (e_b - c_1 - c_2) \qquad (۲۳)$$

هیچ‌گونه حد مجاز خوردگی نباید برای پدها اعمال شود.

برای سطوح مقطع، ضخامت‌ها باید باضخامت اسمی دیواره با کسر حدود مجاز روداری‌های منفی (c_1) و حد خوردگی (c_2)، محاسبه شود.

در مواقعی‌که قطعه به‌وسیله واسطی از هر دو طرف در تماس است، حدود مجاز برای خوردگی باید فقط یک‌بار در نظر گرفته شود.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۸-۲ ضریب بازده، روش محاسبه جایگزین، بیشینه قطر یک سوراخ تقویت نشده

۸-۲-۱ کلیات

فرمول‌های مندرج در زیربندهای ۸-۲-۳ و ۸-۲-۴ می‌توانند به‌عنوان جایگزین فرمول‌های ۸-۳-۳ و ۸-۳-۴، به‌کاربرده شوند. با این وجود چنانچه هرگونه تقویتی از انشعاب درنظر گرفته نشده باشد، فرمول (۲۶) می‌تواند نتیجه محافظه‌کارانه‌ای به وجود آورد.

۸-۲-۲ بازده مجاز و بیشینه قطر یک سوراخ تقویت نشده

با تغییرات در فرمول (۱۶)، بازده مجاز v_a باید برحسب ضخامت دیواره موجود e_{rs} یک پوسته با استفاده از فرمول (۲۴) محاسبه شود:

$$v_a = \frac{p_c\, d_{js}}{(2\, f_s - p_c)\, e_{rs}} \qquad (۲۴)$$

درصورتی‌که ضخامت دیواره یک انشعاب منفرد فقط بتواند فشار داخلی را تحمل‌کند، برای این ضریب کارایی باید بزرگ‌ترین قطر خارجی d_{ob} یک انشعاب منفرد به دست آید.

$$d_{ob\,max} = 2\left(\frac{l_{rs}}{v_a} - l_{rs}\right) \qquad (۲۵)$$

در این حالت تنش میانگین موجود f_a باید با تنش مجاز پوسته f_s برابر باشد.

۸-۲-۳ سوراخ‌های منفرد

فرمول‌ها در این زیربند باید برای سوراخ‌های منفرد به‌کاربرده شوند یا اگر بیش از یک سوراخ وجود دارد، فقط درصورتی‌که نتیجه فرمول (۲۱) رضایت‌بخش باشد می‌توان از این فرمول‌ها استفاده نمود. در حالتی‌که بیش از یک سوراخ وجود دارد، جائی‌که فرمول (۲۱) رضایت‌بخش نباشد باید به زیربند ۸-۳-۳ رجوع کرد.
با این وجود سوراخ‌های منفرد تقویت نشده با قطر d در پوسته‌های استوانه‌ای در صورتی مجاز می‌باشند که الزامات فرمول‌های (۲۶) و (۲۷) را برآورده نمایند:

$$d \le 0{,}14\, l_{rs} \qquad (۲۶)$$

و

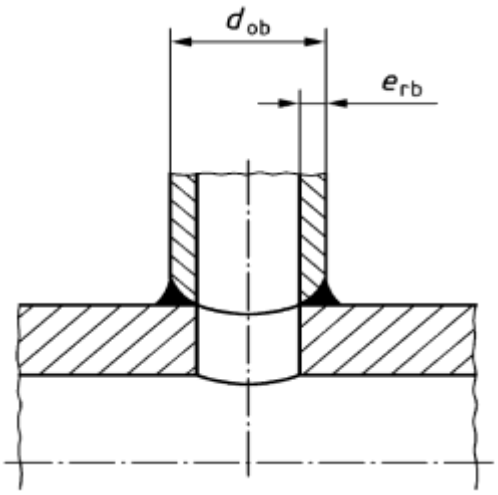
$$e_{rs} < 0{,}1\, d_{os} \qquad (۲۷)$$

که در آن l_{rs} باید مطابق با زیربند ۸-۱-۳ محاسبه شود.
این موارد باید برای سوراخ‌کاری مته برقو و برای سوراخ‌های بانفوذ ناقص نیز معتبر باشد حتی اگر فرمول‌های (۲۹) یا (۳۲) یا محاسبات دقیق‌تر مطابق با زیربند ۸-۳-۳، قطر d کوچک‌تری (همان‌گونه که از فرمول (۲۶) حاصل می‌شود) را پیشنهاد دهند.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

جائی‌که لوله‌ای با قطر خارجی d_{ob} به یک سوراخ مطابق شکل ۱۱ متصل شود و آن لوله قادر به تحمل فشار محاسباتی داخلی با احتساب ضخامت دیواره e_{rb} باشد، ضریب بازده v_b این سوراخ در پوسته باید با فرمول زیر محاسبه شود:

$$v_b = \frac{2l_{rs}}{(2l_{rs} - d_{ob})} \quad (۲۸)$$



راهنما:

d_{ob} قطر اسمی بیرونی انشعاب

e_{rb} ضخامت واقعی انشعاب یا نازل بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

شکل ۱۱- لوله متصل شده به پوسته

درصورتی‌که قطر d_{is} و ضخامت دیواره پوسته e_{rs} مشخص‌شده باشد، یک سوراخ منفرد برای لوله‌ای با بیشینه قطر خارجی زیر مجاز می‌باشد.

$$d_{ob} \le 2l_{rs}\left[\frac{2e_{rs}}{d_{is}}\left(\frac{f_s}{p_c} - \frac{1}{2}\right) - 1\right] \quad (۲۹)$$

۸-۲-۴ سوراخ‌های مجاور

جائی‌که موقعیت فاصله مرکز به مرکز P_Φ سوراخ‌های مجاور ارائه‌شده در زیربند ۸-۱-۳ برآورده نشود ولوله‌ها با قطر بیرونی d_{ob} به سوراخ متصل شوند، با لوله‌هایی که فقط قادر به تحمل فشار محاسباتی داخلی با احتساب ضخامت دیواره e_{rb} باشند، ضریب بازده سوراخ‌های مجاور باید از فرمول‌های (۳۰) و (۳۱) به دست آیند.

$$v_m = \frac{2(P_\Phi - d_{ob})}{(1 + \cos^2\Phi)P_\Phi} \le 1 \quad (۳۰)$$

یعنی برای گام طولی P_Φ با $\Phi = ۰$:

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

$$v_m = \frac{P_\Phi - d_{ob}}{P_\Phi} \quad (۳۱)$$

جایی‌که قطرهای بیرونی سوراخ‌های مجاور نسبت به هم تفاوت دارند الزامات فرمول(۳۲) باید به‌کاربرده شود:

$$d_{ob} = \frac{d_{ob1} + d_{ob2}}{2} \quad (۳۲)$$

به‌جای محاسبات تقریبی مورداستفاده در این زیربند، زیربند ۸-۳-۴ می‌تواند استفاده شود.

۸-۳ سوراخ‌ها و انشعابات در پوسته‌ها (بازده و تقویتی)

۸-۳-۱ نمادها و کوته‌نوشت‌ها

علاوه بر نمادهای ارائه‌شده در استاندارد ملی ایران شماره۱-۲۲۱۵۶، نمادهای اشاره‌شده در شکل‌های ۱۲ تا ۱۵ نیز باید مورداستفاده قرار گیرند.

۸-۳-۲ الزامات کاربردی

۸-۳-۲-۱ سوراخ‌ها

قوانین مشخص‌شده در زیربندهای ۸-۳-۳ تا ۸-۳-۴ باید برای سوراخ‌های دایره‌ای، بیضوی و لوبیایی و نازل‌ها (ازجمله نازل‌های مورب)که به‌صورت منفرد یا گروهی بر روی پوسته قرارگرفته‌اند، اعمال شوند مشروط بر اینکه شرایط زیر در مورد آن‌ها به‌طور رضایت‌بخش برآورده شود:

الف- دریچه‌ها و نازل‌های غیر شعاعی متصل به پوسته (شکل۱۳)

نسبت محورهای بزرگ به کوچک دریچه نباید از عدد ۲ بیشتر شود.

ب- نازل‌های مورب (شکل۱۲)

این نازل با سطح مقطع دایره‌ای است و زاویه بین محور نازل و خط نرمال سطح پوسته نباید از ۴۵° بیشتر باشد.

پ- کلیه نازل‌ها

هیچ‌گونه نیرو و گشتاور خارجی قابل‌توجهی نباید به نازل اعمال شود. در غیر این‌صورت، برای محاسبه تنش‌های ایجادشده باید از استاندارد EN 13445-3:2014 استفاده شود.

در محاسبات باید از قطر داخلی نازل d_{ib} استفاده شود حتی اگر قطر سوراخ d در بدنه اصلی کمتر از d_{ib} باشد.

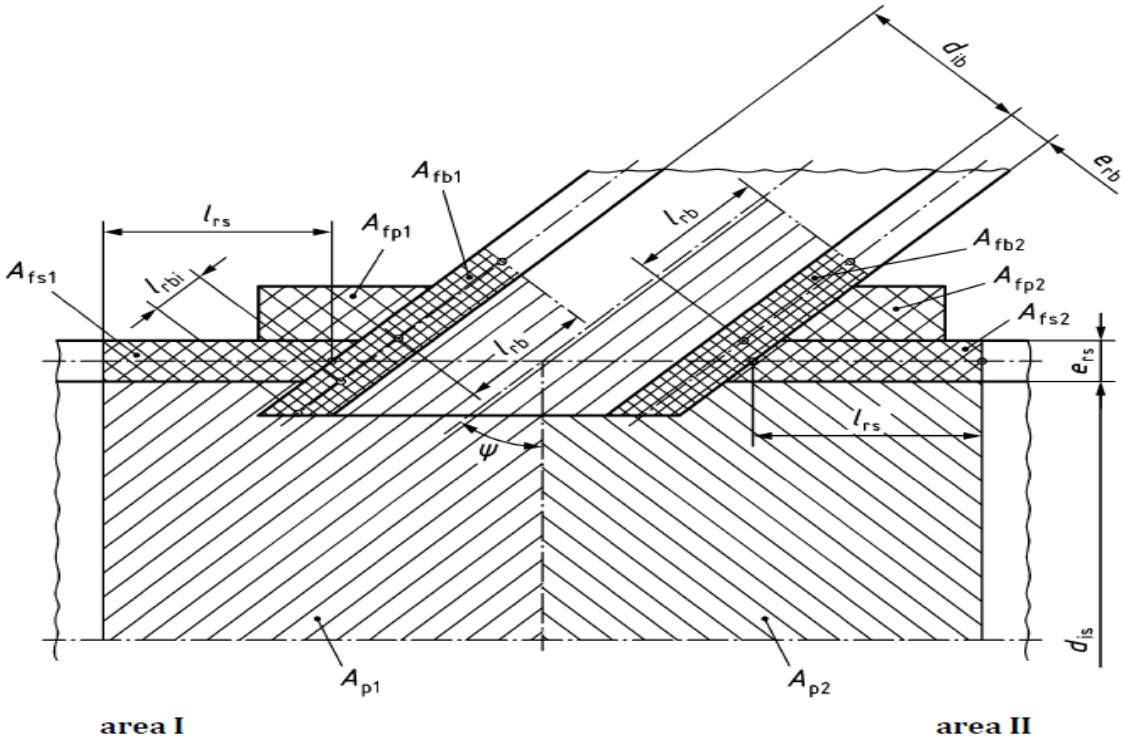
اتصالات نازل به پوسته بدون جوش بانفوذ کامل یا انشعابات توزده با جوش گوشه‌ای، باید به‌عنوان سوراخ‌های بدون تقویت به‌وسیله نازل در نظر گرفته شوند.

منطقه تحت‌فشار در سوراخ لوله باید در نظر گرفته شود. در حالت لوله‌های توزده با یک جوش گوشه‌ای داخلی، آن منطقه تحت‌فشار باید همانند یک جوش بانفوذ کامل تلقی شود.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۸-۳-۲-۲ کمینه ضخامت نازل‌ها و اتصالات انشعاب

ضخامت نازل‌ها و انشعابات باید مطابق با زیربند ۸-۱-۲-۱ ب باشد، اما ضخامت آن‌ها نباید کمتر از مقدار ارائه‌شده دربند ۱۲ باشد.



راهنما:

A_{fs} سطح مقطع بدنه اصلی مؤثر به‌عنوان جبرانی

A_{p} سطح تحت‌فشار بدون درنظرگرفتن حدود مجاز

A_{fp} سطح مقطع پد تقویتی مؤثر به‌عنوان جبرانی

A_{fb} سطح مقطع انشعاب مؤثر به‌عنوان جبرانی

d_{ib} قطر داخلی انشعاب بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

d_{is} قطر داخلی بدنه اصلی

e_{rb} ضخامت واقعی دیواره انشعاب یا نازل بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

e_{rs} ضخامت واقعی دیواره بدنه اصلی بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

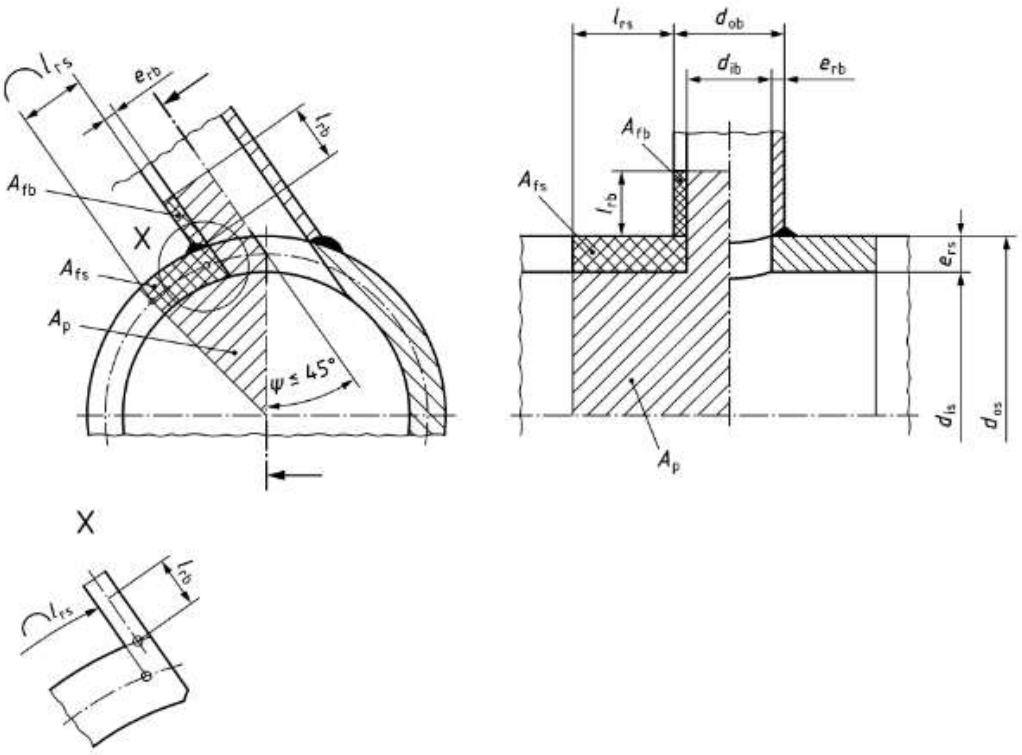
l_{rb} طول مؤثر انشعاب کمک‌کننده به تقویت

l_{rs} طول مؤثر بدنه اصلی کمک‌کننده به تقویت

$\Psi \leq 45°$

شکل ۱۲- نمای بارگذاری برای پوسته استوانه‌ای با انشعاب مورب و پد تقویتی

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

A_{fs} سطح مقطع بدنه اصلی مؤثر به عنوان جبرانی

A_p سطح تحت‌فشار بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

A_{fb} سطح مقطع انشعاب مؤثر به‌عنوان جبرانی

d_{ib} قطر داخلی انشعاب بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

d_{is} قطر داخلی بدنه اصلی

d_{ob} قطر اسمی خارجی انشعاب

d_{os} قطر خارجی اسمی بدنه اصلی

e_{rb} ضخامت واقعی دیواره انشعاب یا نازل بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

e_{rs} ضخامت واقعی دیواره بدنه اصلی بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

l_{rb} طول مؤثر انشعاب کمک‌کننده به تقویت

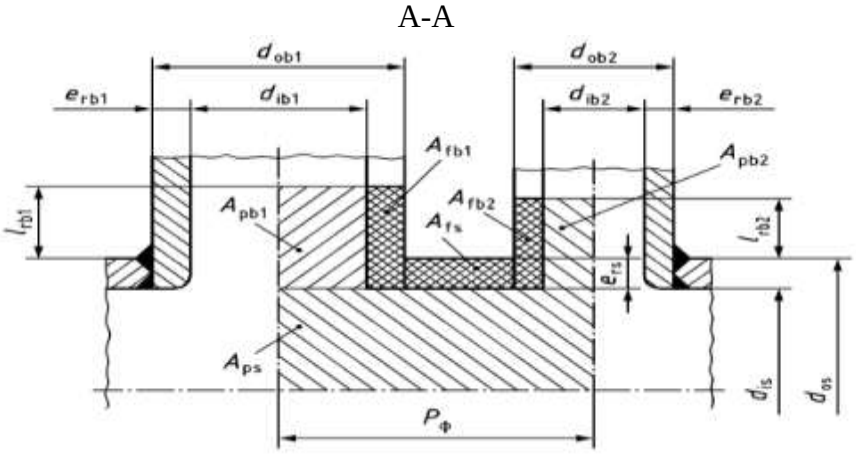
l_{rs} طول مؤثر بدنه اصلی کمک‌کننده به تقویت

$\Psi \leq 45°$

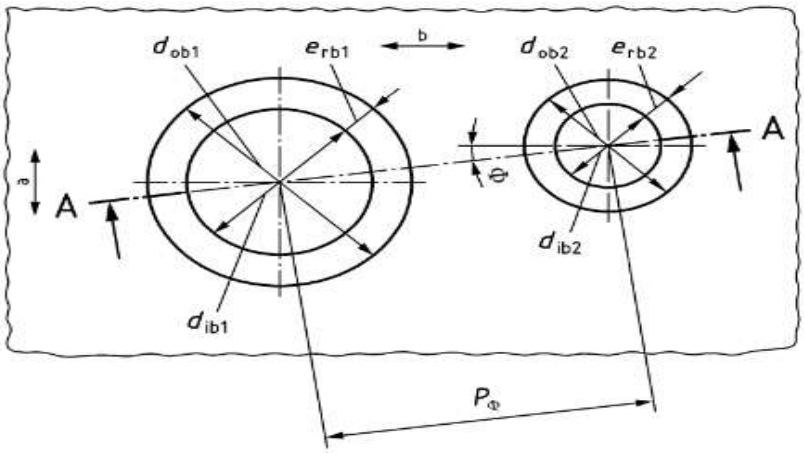
شکل ۱۳- نمای بارگذاری برای پوسته استوانه‌ای با انشعاب غیرشعاعی

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

الف- نمای مقطع A-A



ب- نمای نقشه



راهنما:

A_{fs} سطح مقطع بدنه اصلی مؤثر به‌عنوان جبرانی

A_{fb} سطح مقطع انشعاب مؤثر به‌عنوان جبرانی

A_{pb} سطح تحت‌فشار مرتبط با انشعاب

A_{ps} سطح تحت‌فشار مرتبط با بدنه اصلی

d_{ib} قطر داخلی انشعاب بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

d_{is} قطر داخلی بدنه اصلی

d_{ob} قطر خارجی اسمی انشعاب

d_{os} قطر خارجی اسمی بدنه اصلی

e_{rb} ضخامت واقعی دیواره انشعاب یا نازل بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

e_{rs} ضخامت واقعی دیواره بدنه اصلی بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

l_{rb} طول مؤثر انشعاب کمک‌کننده به تقویت

P_Φ فاصله مرکز به مرکز سوراخ‌های مجاور، با زاویه Φ نسبت به خط مرکزی دیواره

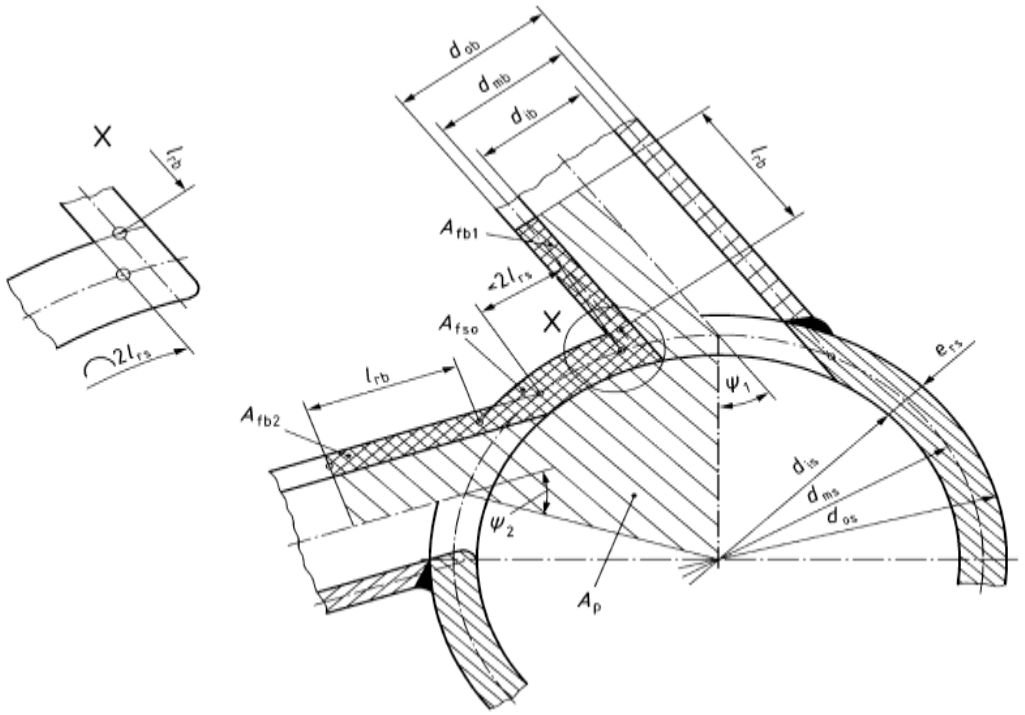
a جهت محیطی

b جهت طولی

یادآوری- برای نمای مقطع A-A، P_Φ برای $\Phi = 0$ رسم شده است.

شکل ۱۴- نمای بارگذاری برای پوسته استوانه‌ای با انشعاب‌های هم‌جوار که با زاویه Φ نسبت به محور پوسته قرارگرفته است

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

A_{fs} سطح مقطع بدنه اصلی مؤثر به‌عنوان جبرانی

A_{fb} سطح مقطع انشعاب مؤثر به‌عنوان جبرانی

A_p سطح تحت‌فشار بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

d_{os} قطر خارجی اسمی بدنه اصلی

d_{ms} قطر میانگین بدنه اصلی

d_{is} قطر داخلی بدنه اصلی

d_{ob} قطر خارجی اسمی انشعاب

d_{mb} قطر میانگین انشعاب

d_{ib} قطر داخلی انشعاب بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

e_{rs} ضخامت واقعی دیواره بدنه اصلی بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

l_{rb} طول مؤثر انشعاب کمک‌کننده به تقویت

l_{rs} طول مؤثر بدنه اصلی کمک‌کننده به تقویت

شکل ۱۵- نمای بارگذاری برای پوسته استوانه‌ای با انشعاب‌های غیرشعاعی مجاور که بر روی محیط قرارگرفته‌اند

۸-۳-۳ طراحی سوراخ‌های منفرد و اتصالات انشعاب

۸-۳-۳-۱ کلیات

ضخامت پوسته e_{rs} و ضخامت اتصال انشعاب e_{rb} نباید کمتر از اندازه محاسبه‌شده در زیربند ۷-۲ با $\nu = 1$ باشد.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۸-۳-۳-۲ سوراخ منفرد با یک انشعاب شعاعی

۸-۳-۳-۲-۱ برای سوراخ‌های منفرد نصب‌شده با یک انشعاب شعاعی بدون تقویت اضافی، باید علاوه براین، زیربند ۸-۳-۳-۴ (با $\Psi_1 = ۰$) در نظر گرفته شود.

۸-۳-۳-۲-۲ اگر تنش طراحی انشعاب بزرگ‌تر یا مساوی تنش طراحی پوسته باشد شرط فرمول (۳۳) باید برآورده شود:

$$f_a = p_c \left(\frac{A_p}{A_{fs} + A_{fb}} + \frac{1}{2} \right) \le f_s \qquad (۳۳)$$

در این حالت کارایی باید مطابق فرمول زیر باشد:

$$v_b = \frac{d_{is} \left(A_{fs} + A_{fb} \right)}{2 e_{rs} A_p} \le 1 \qquad (۳۴)$$

یادآوری- می‌توان به‌جای این محاسبات از محاسبات تقریبی مطابق با زیربند ۸-۲ استفاده نمود،که در این صورت اثر تقویتی نازل‌ها نباید در نظر گرفته شود.

۸-۳-۳-۲-۳ اگر تنش طراحی انشعاب کمتر از تنش طراحی پوسته باشد شرط فرمول(۳۵) باید برآورده شود:

$$f_a = \frac{p_c \left(2 A_p + A_{fs} + A_{fb} \right)}{2 \left(A_{fs} + \frac{f_b}{f_s} A_{fb} \right)} \le f_s \qquad (۳۵)$$

در این حالت بازده باید مطابق فرمول زیر باشد:

$$v_b = \frac{d_{is} \left(A_{fs} + \frac{f_b}{f_s} A_{fb} \right)}{e_{rs} \left(2 A_p + A_{fb} - \frac{f_b}{f_s} A_{fb} \right)} \le 1 \qquad (۳۶)$$

یادآوری- می‌توان به‌جای این محاسبات از محاسبات جایگزین مطابق با زیربند ۸-۲ استفاده نمود، که در این‌صورت اثر تقویتی نازل‌ها نباید در نظر گرفته شود.

۸-۳-۳-۳ سوراخ منفرد با یک انشعاب مورب و پد تقویتی اضافی

۸-۳-۳-۳-۱ برای سوراخ‌های منفرد نصب‌شده با یک انشعاب مورب و پد تقویت اضافی مطابق با شکل ۱۲، الزامات طراحی پدهای تقویتی در زیربند ۸-۱-۵ نیز باید در نظر گرفته شود.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۸-۳-۳-۲ اگر تنش طراحی انشعاب بزرگ‌تر یا مساوی با تنش طراحی پوسته باشد، شرایط استحکام ناحیه I باید مطابق فرمول زیر باشد:

$$f_{a\,I} = p_c \left(\frac{A_{p\,I}}{A_{fs\,I} + A_{fb\,I} + 0{,}7\,A_{fp\,I}} + \frac{1}{2} \right) \le f_s \qquad (۳۷)$$

و برای ناحیه II :

$$f_{a\,II} = p_c \left(\frac{A_{p\,II}}{A_{fs\,II} + A_{fb\,II} + 0{,}7\,A_{fp\,II}} + \frac{1}{2} \right) \le f_s \qquad (۳۸)$$

۸-۳-۳-۳ اگر تنش طراحی مواد انشعاب یا مواد پد تقویت اضافی کمتر از تنش طراحی پوسته باشد، شرایط استحکام ناحیه I باید مطابق فرمول زیر باشد:

$$\left(f_s - \frac{p_c}{2} \right) A_{fs\,I} + \left(f_b - \frac{p_c}{2} \right) A_{fb\,I} + \left(f_p - \frac{p_c}{2} \right) 0{,}7\,A_{fp\,I} \ge p_c\,A_{p\,I} \qquad (۳۹)$$

و برای ناحیه II:

$$\left(f_s - \frac{p_c}{2} \right) A_{fs\,II} + \left(f_b - \frac{p_c}{2} \right) A_{fb\,II} + \left(f_p - \frac{p_c}{2} \right) 0{,}7\,A_{fp\,II} \ge p_c\,A_{p\,II} \qquad (۴۰)$$

۸-۳-۳-۴ پوسته‌های استوانه‌ای با یک انشعاب غیرشعاعی

جایی‌که انشعاب در پوسته‌های استوانه‌ای در جهت شعاعی قرار نداشته باشد (به شکل ۱۳مراجعه شود)، اما تحت زاویه (Ψ) قرار گیرد، بارگذاری بیشتر می‌تواند در سطح مقطع شکل ۱۳ یا در مقطع طولی شکل ۱۳ ایجاد شود. در هر دو حالت با استفاده از سطوح A_P، A_{fs} و A_{fb} که در اشکال مربوطه به‌منظور استفاده در محاسبات، ارائه‌شده، شرایط استحکام مطابق فرمول (۳۳) باید اعمال شود. طول‌های کمک‌کننده در پدتقویتی(طول‌های مؤثر) باید فقط در محاسبات بدنه اصلی مطابق با فرمول (۱۸) یا در اتصال انشعاب به ترتیب مطابق با فرمول‌های (۱۹) یا (۲۰) استفاده شوند.

ضخامت دیواره انشعاب e_{rb} نباید بیش از ضخامت دیواره پوسته e_{rs} باشد

۸-۳-۴ طراحی سوراخ‌ها و اتصالات انشعاب مجاور

۸-۳-۴-۱ کلیات

سوراخ‌های مجاور، علاوه بر این‌که باید الزامات سوراخ‌های منفرد را برآورده نمایند باید محاسبه شوند.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۸-۳-۴-۲ شرایط سوراخ‌ها و انشعابات مجاور

تنها درصورتی‌که شرایط ارائه‌شده در زیربند ۸-۱-۳ برای سوراخ‌های منفرد یا اتصالات انشعاب منفرد، برای سوراخ‌ها و انشعابات مجاور برآورده نشده باشد، محاسبات باید انجام شود.

۸-۳-۴-۳ پوسته با تنش طراحی کمتر از انشعابات

برای سوراخ‌ها یا اتصالات انشعاب مجاور، استحکام باید برای سطح مقطعی با زاویه Φ نسبت به خط طولی پوسته مطابق شکل ۱۴، محاسبه شود. شرط استحکام فرمول (۴۱) باید برآورده شود:

$$f_{a\Phi}=\frac{p_c}{2}\,\frac{2\,A_{p0}\,\dfrac{1+\cos^2\Phi}{2}+2\,A_{p1}+2\,A_{p2}}{A_{fs0}+A_{fb1}+A_{fb2}}+\frac{p_c}{2}\le f_s \qquad (۴۱)$$

گام‌های مورب یا محیطی باید همانند یک گام طولی مطابق شکل ۱۴ با یک‌فاصله مرکزی P_Φ محاسبه شوند. در این حالت سطح فشار $2A_{po}$ باید به‌وسیله $((1+COS^2\phi)/2)$ ضریب در شرط استحکام مطابق با فرمول (۴۴) تصحیح شود.

کارایی باید برابر با فرمول زیر باشد:

$$v_m=\frac{d_{is}}{e_{rs}}\,\frac{A_{fs0}+A_{fb1}+A_{fb2}}{2\,A_{p0}\,\dfrac{1+\cos^2\Phi}{2}+2\,A_{p1}+2\,A_{p2}}\le 1 \qquad (۴۲)$$

یادآوری- می‌توان به‌جای این محاسبات از محاسبات تقریبی مطابق با زیربند ۸-۲ استفاده نمود، که در این صورت اثر تقویتی نازل‌ها نباید در نظر گرفته شود.

۸-۳-۴-۴ انشعابات با تنش طراحی کمتر یا مساوی نسبت به پوسته

اگر تنش طراحی یک یا دو انشعاب کمتر از پوسته باشد شرط فرمول (۴۳) باید برآورده شود:

$$f_{a\Phi}=\frac{p_c}{2}\,\frac{2\,A_{p0}\,\dfrac{1+\cos^2\Phi}{2}+2\,A_{p1}+2\,A_{p2}+A_{fs0}+A_{fb1}+A_{fb2}}{A_{fs0}+\dfrac{f_{b1}}{f_s}A_{fb1}+\dfrac{f_{b2}}{f_s}A_{fb2}}\le f_s \qquad (۴۳)$$

در این حالت، بازده باید:

$$v_m=\frac{d_{is}}{e_{rs}}\,\frac{A_{fs0}+\dfrac{f_{b1}}{f_s}A_{fb1}+\dfrac{f_{b2}}{f_s}A_{fb2}}{2\,A_{p0}\,\dfrac{1+\cos^2\Phi}{2}+2\,A_{p1}+2\,A_{p2}+A_{fb1}+A_{fb2}-\dfrac{f_{b1}}{f_s}A_{fb1}-\dfrac{f_{b2}}{f_s}A_{fb2}}\le 1 \qquad (۴۴)$$

یادآوری- می‌توان به‌جای این محاسبات از محاسبات تقریبی مطابق با زیربند ۸-۲ استفاده نمود، که در این صورت اثر تقویتی نازل‌ها نباید در نظر گرفته شود.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۸-۳-۴-۵ انشعابات مجاور در جهت محیطی

روش محاسبه برای انشعابات مجاور غیرشعاعی محیطی مطابق شکل ۱۵، باید مشابه با انشعابات شعاعی باشد. در این حالت عدد ۱ باید جایگزین ضریب تصحیح $((1+COS^2\phi)/2)$ شود.

۹ سر و انتهای دیگ[1]

۹-۱ کلگی‌های عدسی شده (بشقابی)مقاومنشده بدون سوراخ

یادآوری- در مورد کلگی‌های عدسی شده مقاوم نشده، به زیربند 10 .2 استاندارد EN 12952-3:2011 مراجعه شود.

۹-۱-۱ کلگی‌های عدسی شده مقاوم نشده تحت فشار داخلی

کمینه ضخامت کلگی‌های عدسی‌شده مقاومنشده بدون سوراخ باید مطابق الزامات فرمول‌های (۴۵) و (۴۶) باشد:

$$e_s = e_{cs} + c_1 + c_2 \qquad (۴۵)$$

که e_{cs} از فرمول زیر به دست می آید:

$$e_{cs} = \frac{p_c\, d_o\, C}{2\, f} \qquad (۴۶)$$

علاوه بر این، ضخامت کلگی سهموی نباید کمتر از اندازه داده شده در فرمول (۴۷) باشد:

$$e_{cs} = \frac{p_c\, r_{is}}{2\, f - 0{,}5\, p_c} \qquad (۴۷)$$

ضریب شکل C برای کلگی‌های عدسی شده مقاوم نشده بدون سوراخ باید از شکل ۱۶ بدست آید. با این حال شرایط محدودکننده زیربند ۹-۱-۲ باید اعمال شود.

۹-۱-۲ شرایط محدود کننده

شرایط محدودکننده باید مطابق زیر باشد:

الف- کلگی‌های نیمه کروی

$0{,}005\, d_o \le e_{cs} \le 0{,}16\, d_o$;

ب-کلگی‌های بیضوی

$0{,}005\, d_o \le e_{cs} \le 0{,}08\, d_o$ and

$h_c \ge 0{,}18\, d_o$;

1- Ends

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

پ-کلگی‌های سهموی

$0{,}005\ d_o \le e_{cs} \le 0{,}08\ d_o$

$r_{ik} \ge 0{,}1\ d_o$

$r_{ik} \ge 2\ e_{cs}$

$r_{is} \le d_o$

$h_c \ge 0{,}18\ d_o$;

یا

$0{,}01\ d_o \le e_{cs} \le 0{,}03\ d_o$

$r_{ik} \ge 0{,}1\ d_o$

$h_c \ge 0{,}18\ d_o$;

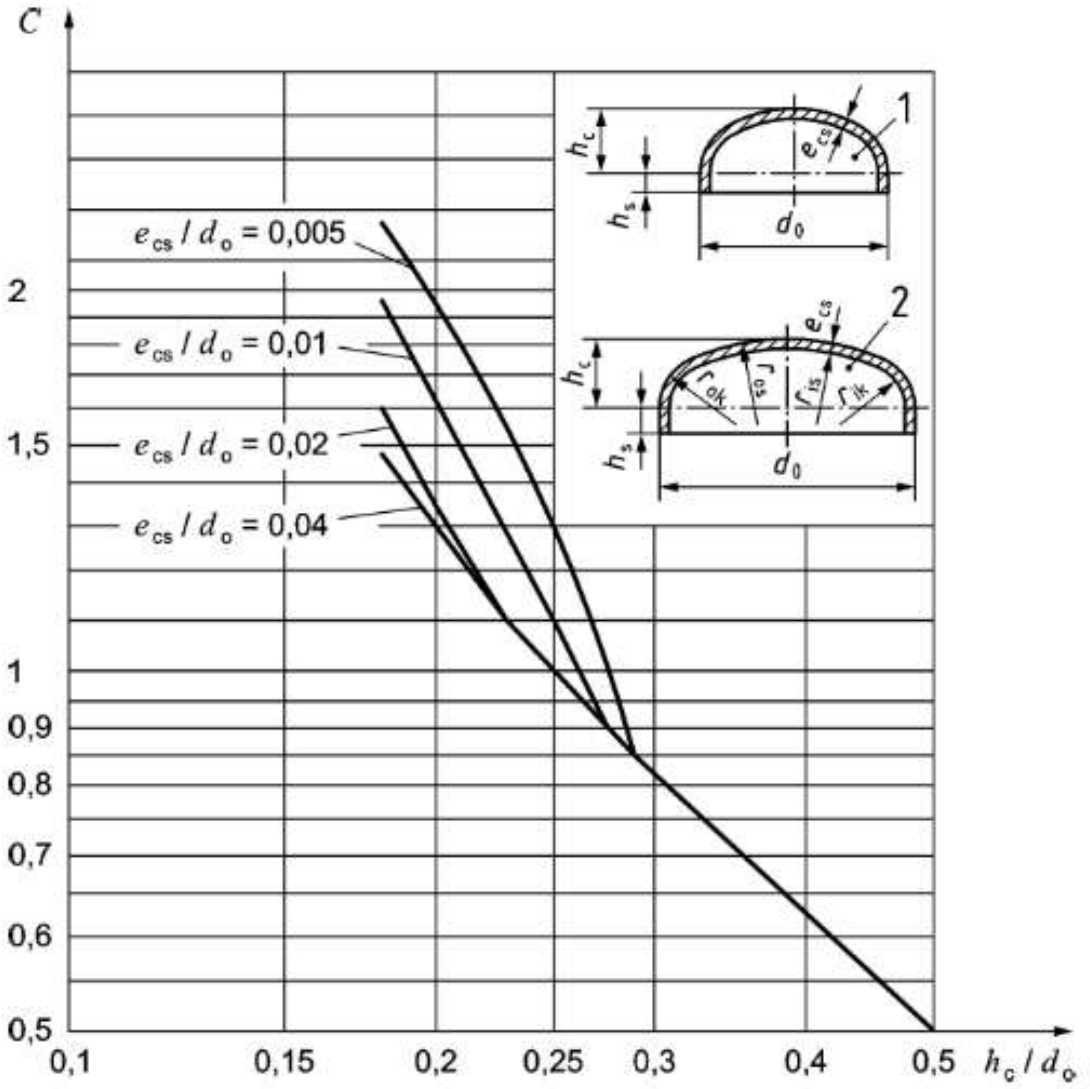
or

$0{,}02\ d_o \le e_{cs} \le 0{,}03\ d_o$

$r_{ik} \ge 0{,}1\ d_o$

$0{,}18\ d_o \le h_c \le 0{,}22\ d_o$.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

C ضریب شکل برای کلگی‌های عدسی‌شده مقاوم نشده بدون سوراخ

d_o قطر اسمی خارجی

e_{cs} ضخامت دیواره محاسبه شده بدنه اصلی (پوسته‌های استوانه‌ای یا کروی یا انتهای عدسی‌شده) بدون در نظر گرفتن حدود مجاز

h_c عمق انحنای کلگی عدسی‌شده (با شانه، بدون دورتا دور استوانه‌ای[1])

h_s ارتفاع دور تا دور استوانه‌ای انتهای عدسی‌شده

r_{ik} شعاع داخلی عدسی‌شدن انتهای عدسی‌شده یا شانه یا شیار آزادی سرو انتهای تخت

r_{is} شعاع گوشه داخلی انتهای عدسی‌شده یا پوسته کروی

r_{ok} شعاع خارجی شانه انتهای عدسی‌شده

r_{os} شعاع گوشه بیرونی انتهای عدسی‌شده یا پوسته کروی

1 کلگی بیضوی

2 کلگی سهموی

شکل۱۶- ضریب شکل C برای کلگی‌های عدسی‌شده مقاوم‌نشده بدون سوراخ

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۹-۱-۳ کلگی‌های عدسی‌شده بدون مقاوم تحت فشار خارجی

فشار محاسباتی p_c باید کمتر از مقادیر بدست آمده از فرمول‌های(۴۸) و (۴۹) باشد:

$$p_c = \frac{e_{cs}\, R_{p0,2tc}}{1,2\, r_{os}} \qquad (۴۸)$$

$$p_c = \frac{0,8\,E}{9+0,006\left(\frac{r_{os}}{e_{cs}}\right)}\left(\frac{e_{cs}}{r_{os}}\right)^2 \qquad (۴۹)$$

علاوه بر این، ضخامت کلگی‌های سهموی و بیضوی تحت فشار خارجی نباید کمتر از ۱٫۲ برابر ضخامت مورد نیاز برای کلگی با همان شکل و تحت فشار داخلی باشد. (به زیربند ۹-۱-۱ مراجعه شود)

۹-۲ درپوش‌های تخت مقاوم نشده با قابلیت جدا شدن

ضخامت این درپوش‌ها باید مطابق فرمول (۵۰) تعیین شود، که در آن d_i در شکل ۱۷ نشان داده شده است.

$$e_{ch} = C_1 y\, d_i \sqrt{p_c / f} \qquad (۵۰)$$

درصورتی‌که درپوش‌ها در بیرون دیگ قرار داشته باشند، C_1 باید ۰٫۴۱در نظرگرفته شود، مگر جایی‌که درپوش‌های از نوع نشان داده شده در شکل ۱۷-ت استفاده شودکه در آن پیچش درپوش‌ها، به ممان خمشی در ورق اضافه می شود در چنین مواردی C_1 ارائه شده در جدول۱ باید به کار برده شود:

جدول ۱- مقادیر برای C_1

C_1	dL/di
۰٫۴۵	۱٫۰
۰٫۵۰	۱٫۱
۰٫۵۵	۱٫۲
۰٫۶۰	۱٫۳

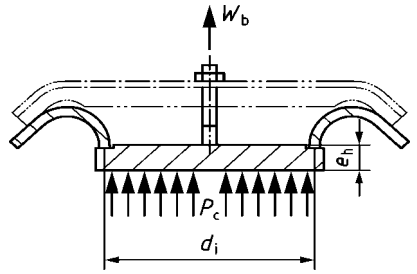
در صورت استفاده از درهای داخلی از نوع اشاره شده در شکل ۱۷ الف و ب، ضریب C_1 باید ۰٫۴۵ در نظر گرفته شود.

در محاسبات همچنین باید ممان خمشی اضافی که بواسطه پیچش W_b در ورق ایجاد می‌شود در نظر گرفته شود. درصورتی‌که هیچ محاسبه‌ای برای تعیین نیروی خمشی دقیق ناشی از پیچش در نظرگرفته نشود بنابراین P_c باید در ضریب نیروی کمینه ۱٫۵ضرب شود.

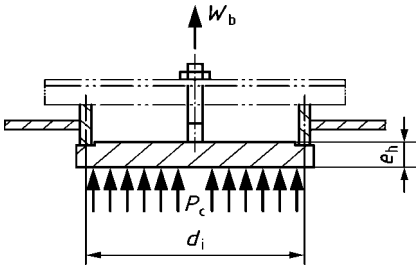
برای صفحات دایره‌ای ضریب y برابر۱ تعیین می‌شود. برای سر و انتهای بیضوی با محورهای بزرگ و کوچک a وb ضریب y در شکل ۲۲ ارائه‌شده است. برای d_i محور کوچک b باید استفاده شود.

یادآوری- سایر طراحی‌ها برای درپوش‌ها قابل‌قبول است مشروط بر اینکه محاسبات مطابق با استاندارد شناخته‌شده‌ای مانند EN 13445-3:2014 انجام شود.

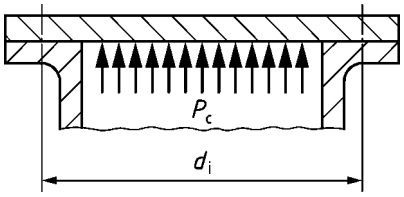
azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



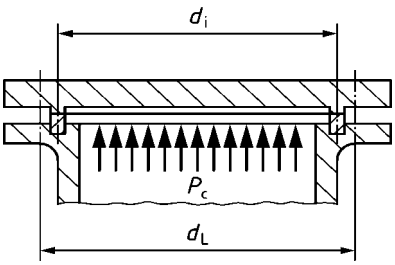
الف



ب



پ



ت

راهنما:

d_i قطر محاسباتی ناحیه تحت‌فشار

p_c فشار محاسباتی

e_h ضخامت دیواره صفحه (فقط برای شکل الف و ب قابل‌استفاده است)

d_L قطر دایره پیچ

W_b بار ناشی از گشتاور پیچ

شکل ۱۷- درپوش‌های تخت مقاوم نشده باقابلیت جدا شدن

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۳-۹ صفحات تخت مقاوم نشده

برای همه صفحات تخت مقاوم نشده تا DN 600 می‌توان از جزییات جوش زیر و الزامات محاسباتی زیربند 3.10 از EN 12952-3:2011، استفاده نمود.

۱۰ صفحات تخت تقویت‌شده، مقاوم‌ها و استحکام دهنده‌ها[1]

۱-۱۰ فاصله تنفسی برای صفحات تخت

در طراحی اجزای تشکیل‌دهنده یک دیگ (برای مثال کوره، شبکه‌های لوله) که نسبت به یکدیگر و نسبت به پوسته دردمای متفاوتی کار می‌کنند به‌واسطه دمای متفاوت کاری، بین آن‌ها انبساط ناشی از این اختلاف دما ایجاد خواهد شد.

این انبساط ناشی از اختلاف دما معمولاً به سمت صفحات انتهایی دیگ و صفحه لوله‌ها منتقل می‌شود که نتایج آن جابجایی است و به این شرایط دیگ، نفس کشیدن گفته می‌شود. به‌منظور ایجاد انعطاف‌پذیری لازم، فاصله‌های تنفسی موردنیاز است.

مقاوم‌ها باید فاصله تنفسی اطراف کوره در صفحه انتهایی دیگ و شبکه‌های لوله را ایجاد نموده و به‌طور مساوی در مناطق مقاوم نشده تقسیم شوند.

الزامات زیر برای فواصل تنفسی باید در نظر گرفته شود:

- فاصلهٔ تنفس بین کوره و شبکه لوله‌ها (به قسمت پ شکل ۱۸ مراجعه شود)، باید کمینه ۵۰ mm یا ۵٪ قطر خارجی پوسته باشد، هرکدام که بزرگ‌تر است، اما لزومی ندارد از ۱۰۰ mm بیشتر باشد.
- فاصلهٔ تنفسی c می‌تواند تا ۱۵ mm در مورد کوره‌های چین‌دار استاندارد (با عمق چین ۵۰ mm) و تا۲۵ mmدر مورد کوره چین‌دار عمیق (عمق چین بزرگ‌تر یا مساوی ۷۵mm) کاهش یابد. الزام مشابه ای در مورد انتهای جوش‌کوره اعمال می‌شود.
- فاصله تنفس بین کوره و پوسته (به قسمت الف شکل ۱۸ مراجعه شود) باید به ترتیب مطابق با جدول ۲ و جدول ۳ باشد، اما نباید کمتر از ۵۰ mm باشد یا برای لوله کوره‌های بولینگ هوپ‌ها، فاصله تنفس نباید کمتر از ۷۵ mm باشد.

1-Stiffeners

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

جدول۲- فاصله تنفس بین کوره و پوسته اگر $e_h \leq 25mm$

طراحی	فاصله بین صفحات انتهای دیگ L_b m	فاصله تنفس		
		درصد اسمی قطر بیرونی ٪	بیشینه mm	کمینه mm
صفحات انتهایی درون قرار داده‌شده	$L_b \leq 5.5$ یا استثنا پانویس [a]	5	100	50
	$5.5 < L_b \leq 6$	5.5	110	55
	$6 < L_b \leq 6.5$	6	120	60
	$6.5 < L_b \leq 7$	6.5	130	65
سر و انتهای لبه‌دار شده	هر طولی	5	100	50

[a] استثنا : اگر طراحی مطابق با زیربند۳-۷ شکل ۲ از استاندارد ملی ایران شماره:۱-۲۲۱۵۶، باشد (ساخت با محفظه برگشتی داخلی)، محدودیت فاصله بین صفحات انتهایی دیگ، نباید اعمال شود.

جدول۳- فاصله تنفسی بین کوره و پوسته، وقتی ضخامت صفحه انتهایی از mm ۲۵ بیشتر باشد

طراحی	فاصله بین صفحات انتهایی دیگ L_b m	فاصله تنفس		
		درصد اسمی قطر بیرونی ٪	بیشینه mm	کمینه mm
صفحات انتهایی درون قرارگرفته	$L_b \leq 5.5$	6.5	130	65
	$5.5 < L_b \leq 6$	7	140	70
	$6 < L_b \leq 6.5$	8	150	75
	$6.5 < L_b \leq 7$	10	160	80
سر و انتهای لبه‌دار شده	هر طولی	5	100	50

- در مورد دیگ‌های شعله برگشتی، فاصله تنفس در انتهای جلویی بین کوره و شبکه لوله‌ها نباید از mm ۵۰ کمتر باشد. به‌علاوه حاصل جمع این فاصله تنفسی و فاصله تنفس تشکیل‌شده توسط سطح دایره‌ای بیرونی صفحه پشتی کوره نباید کمتر از mm ۵۰ یا ٪۵ قطر داخلی پوسته باشد، هرکدام بزرگ‌تر است، و نباید از mm ۱۰۰ بیشتر شود.
- فاصله تنفسی بین لوله‌های دود و صفحات راپر (به قسمت d شکل ۱۸مراجعه شود) باید کمینه مقداری برابر با mm ۵۰ یا ٪ ۳ قطر خارجی پوسته داشته باشد، هرکدام بزرگ‌تر است، اما لزومی ندارد از mm ۱۰۰ بیشتر باشد.

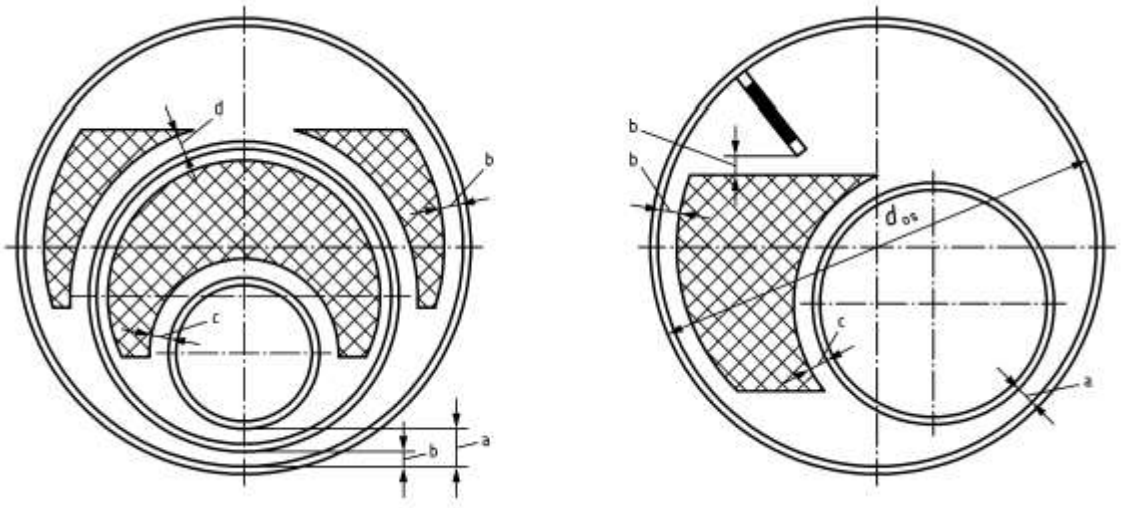
کاهش فاصله تنفسی:

در مورد محفظه برگشتی استوانه‌ای با پهنای مجاز کوچک‌تر یا مساوی mm ۶۵۰، فاصله تنفسی d کمتر از اندازه موردنیاز امکان‌پذیر است، بااین‌وجود در هر حالت کمینه فاصله تنفسی mm ۵۰ باید حفظ شود.

-فاصله تنفس بین کوره‌ها نباید کمتر از mm ۱۲۰ باشد.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

- فاصله‌های تنفسی بین مقاوم‌های رابط یا صفحه‌ای و کوره‌ها نباید کمتر از ۲۰۰ mm باشد، مگر برای قطربیرونی پوسته کمتر از ۱۴۰۰ mm یا یک طول کوره کمتر از ۳۰۰۰ mm، که در این صورت فاصله تنفسی نباید کمتر از ۱۵۰ mm باشد.
- تمام فواصل تنفسی دیگر (به قسمت b شکل ۱۸ مراجعه شود برای مثال لوله‌های دود –پوسته b و صفحات محفظه برگشتی-پوسته b، مقاوم صفحه‌ای – لوله‌های دود b و غیره) باید کمینه۵۰ mm یا ۳ ٪ قطر بیرونی پوسته، هرکدام بزرگ‌تر است، باشد اما لزومی ندارد بیش از۱۰۰ mm باشد.
- اندازه توصیه‌شده برای کمینه فاصله تنفسی، به فاصله بین استحکام دهنده‌های حلقوی-لوله‌های دود و بین استحکام دهنده‌های حلقوی –پوسته اشاره نمی‌کند درصورتی‌که در فرایند تمیزکاری و بازرسی اختلالی ایجاد نکند.
- برای دیگ‌هایی که حرارت موردنیاز خود را از طریق بازیافت حرارتی تأمین نموده و دارای کوره نمی‌باشند، الزامات ذکرشده در بالا کاربرد ندارد.



راهنما:

d_{os} قطر اسمی خارجی بدنه اصلی

a، b، c، d فاصله‌های تنفسی (به زیر بند ۱۰-۱ مراجعه شود)

شکل ۱۸- مثال‌هایی برای فواصل تنفسی

۱۰-۲ سطوح تخت مقاوم شده

۱۰-۲-۱ کلیات

صفحات تخت (برای مثال صفحه لوله محفظه برگشتی، صفحه لوله جلویی و صفحه لوله عقبی) باید به‌اندازه کافی با استفاده از مقاوم‌های میله‌ای، لوله‌های مقاوم، مقاوم‌های صفحه‌ای و یا ترکیبی از این‌ها تقویت شود.

یادآوری – به‌منظور حفظ ضخامت صفحه تخت، توصیه می‌شود تا حد امکان از تعداد مناسبی از مقاوم‌ها استفاده شود.

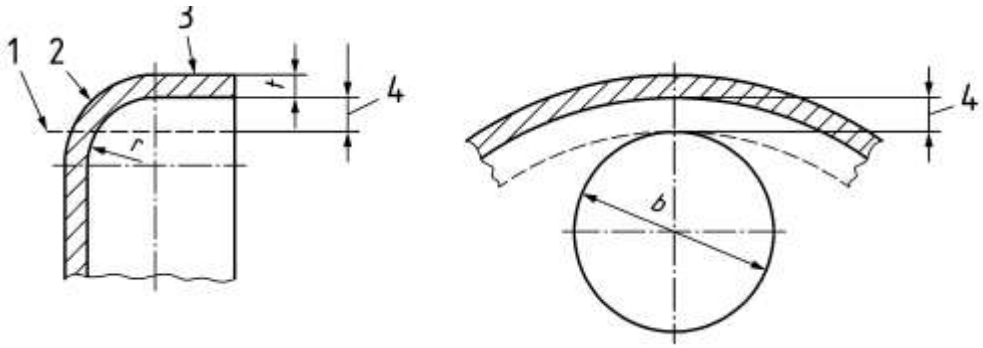
azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۱۰-۲-۲ شعاع لبه (فلنج)

جائی‌که صفحات تخت لبه‌دار می‌شوند، شعاع داخلی لبه باید کمینه ۱٫۳ برابر ضخامت صفحه باشد اما نباید از ۳۰ mm کمتر باشد.

۱۰-۲-۳ نقطه اتکا

جائی‌که انحنای لبه (صفحات سر و انتهای دیگ لبه‌دار شده)، یک نقطه تکیه‌گاهی محسوب شود، این نقطه تکیه‌گاه باید در خطی وسط فاصله بین داخل پوسته و آغاز انحناء (۰٫۵r)، و یا در خطی به فاصله ۲٫۵ برابر ضخامت صفحه لوله،که از داخل پوسته یا ورق را پر اندازه‌گیری شده، یا هرکدام به لبه نزدیک‌تر باشد، در نظر گرفته شود(به شکل ۱۹مراجعه شود). جائی‌که یک صفحه تخت مستقیماً به پوسته یا ورق را پرجوش می‌شود، نقطه تکیه‌گاهی باید در داخل پوسته یا ورق را پر در نظر گرفته شود (به شکل‌های۲۰ و ۲۱مراجعه شود).



راهنما:

b قطر ناحیه محاسباتی

t ضخامت ورق

r شعاع شانه

1 نقطه تکیه‌گاهی

2 انتهای لبه‌دار شده

3 پوسته یا ورق را پر

4 2٫5×t یا 0٫5×r، هرکدام که کمتر باشد

شکل ۱۹- نقطه تکیه‌گاهی یک انتهای لبه‌دار شده

۱۰-۲-۴ ضخامت

ضخامت قسمت‌هایی از صفحات تخت که به‌وسیله مقاوم‌ها تقویت‌شده‌اند باید از فرمول‌های (۵۱) و (۵۲) تعیین شوند:

$$e_h = e_{ch} + c_1 + c_2 \qquad (۵۱)$$

$$e_{ch} = C_4\, b\, y \sqrt{\frac{p_c}{f}} \qquad (۵۲)$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

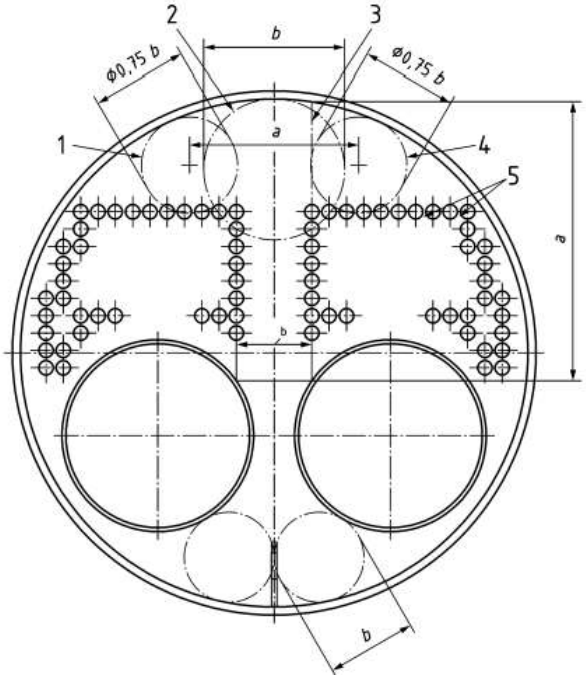
برای نواحی محصورشده توسط دایره‌هایی که از چهار یا بیشتر از چهار نقطه اتکا توزیع‌شده به‌طور یکسان، عبور می‌کند، y باید ۱ در نظر گرفته شود.

برای نواحی محصورشده توسط دایره‌های گذرنده از سه‌نقطه اتکا (به‌طوری‌که مرکز دایره فرعی که از کمینه دونقطه اتکا عبور می‌نماید مطابق با اشکال ۲۰ یا ۲۱ با قطری مساوی با ۰٫۷۵ برابر قطر دایره اصلی خارج از دایره اصلی قرار گیرد) y به‌دست‌آمده از نمودار شکل ۲۲ باید با استفاده از ابعاد a و b ارائه‌شده در اشکال ۲۰ یا ۲۱ مشخص شود. جایی که دایره اصلی از میان سه‌نقطه اتکا عبور می‌کند، نباید بیش از ۲ نقطه در یک‌طرف هر قطر واقع شوند. در این حالت y نباید کمتر از ۱٫۱ در نظر گرفته شود. برای نواحی حلقوی، به‌طور مثال نواحی که فقط به‌وسیله پوسته و کوره تکیه‌گاه می‌شوند، y باید ۱٫۵۶ در نظر گرفته شود.

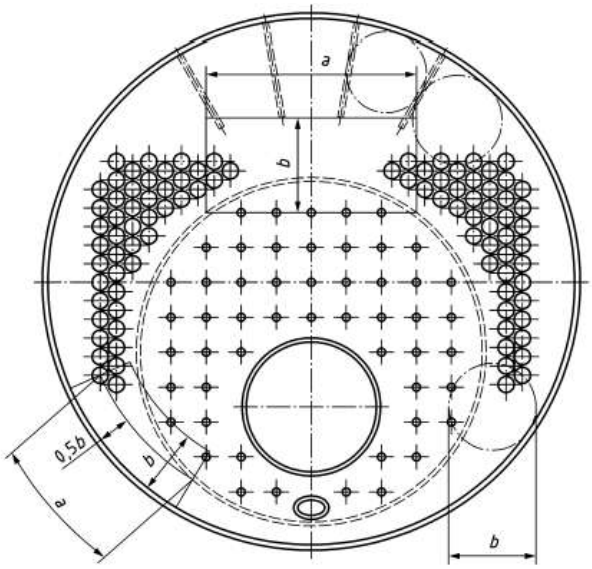
برای نواحی مقاوم نشده به شکل چهارگوش، ابعاد a و b باید مطابق شکل ۲۰ مشخص شوند.

۳ یا بیشتر از ۳ لوله مقاوم هم‌جوار را می‌توان به‌عنوان یک نقطه اتکا در نظر گرفت که در این حالت دایره باید کمینه از مرکز ۲ لوله دود عبور نموده و با یکی تماس یک سومی داشته باشد.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



الف – مثالی برای دایره‌های اصلی و فرعی (دیگ بخار با کوره دوقلو)



ب – مثالی برای دایره‌های اصلی و فرعی- مناطق مستطیلی(دیگ تک کوره)

راهنما:

a ابعاد ناحیه محاسباتی

b ابعاد ناحیه محاسباتی

1 دایره فرعی

2 دایره اصلی ، قطر *b*

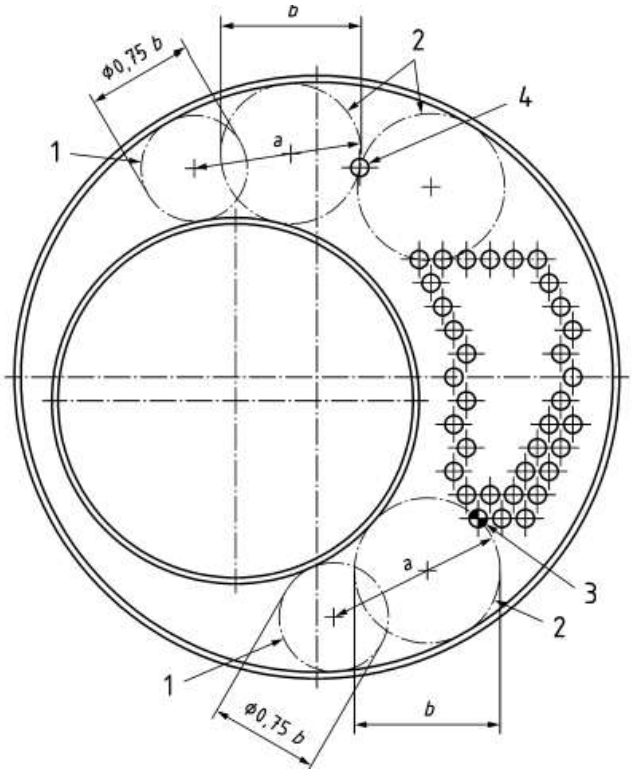
3 ناحیه چهارگوش مقاوم نشده (به زیر بند۱۰-۲-۳مراجعه شود)

4 دایره فرعی

5 لوله‌های دود

شکل ۲۰- مثالی برای دایره‌های اصلی و فرعی/نواحی مستطیلی

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

a ابعاد ناحیه محاسباتی

b ابعاد ناحیه محاسباتی

1 دایره فرعی

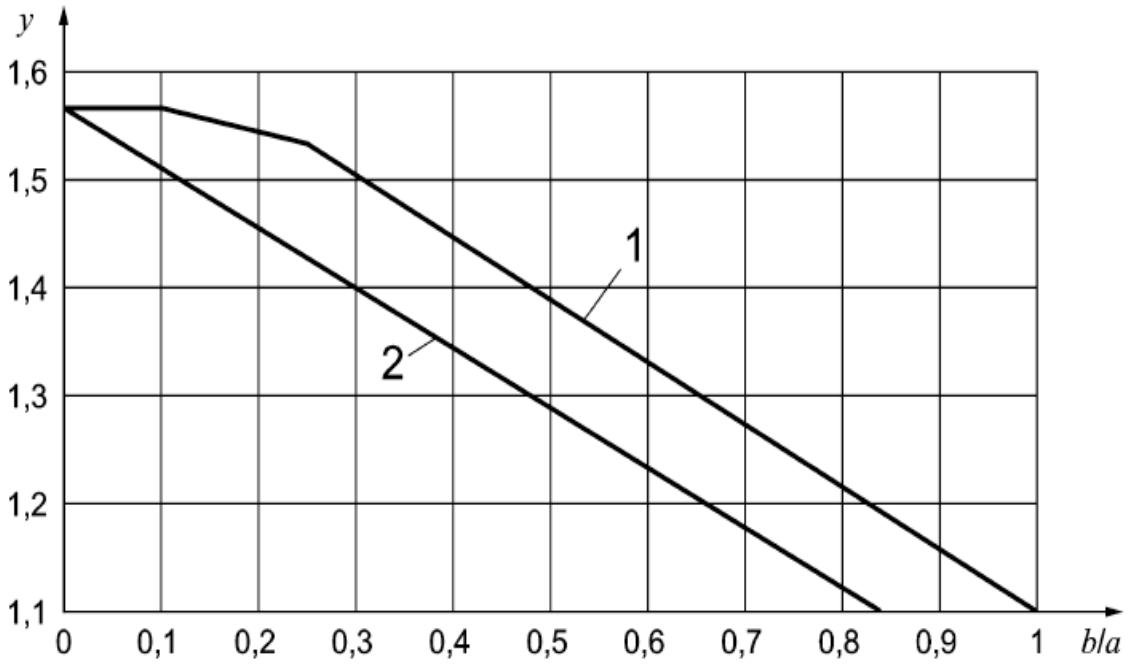
2 دایره‌های اصلی

3 لوله دود تقویت‌شده

4 مقاوم‌های میله‌ای/ لوله مقاوم

شکل ۲۱- مثالی از دایره‌های اصلی و فرعی (دیگ تک کوره‌ای)

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

y ضریب تعیین‌شده با استفاده از نسبت b/a

a ابعاد ناحیه محاسباتی

b ابعاد ناحیه محاسباتی

1 نواحی مستطیلی

2 نواحی بیضوی

یادآوری- به زیربند ۱۰-۲-۴ مراجعه شود.

محل‌های مستطیلی

$0.00 < b/a \leq 0.10$	$y = 1.56$
$0.10 < b/a \leq 0.25$	$y = 1.56 - 0.04 * (b/a - 0.10) / 0.15$
$0.25 < b/a \leq 1.00$	$y = 1.52 - 0.42 * (b/a - 0.25) / 0.75$

نواحی بیضوی

$0,00 < b/a \leq 0.83$	$y = 1.56 - 0.46 * b/a / 0.83$
$0.83 < b/a \leq 1.00$	$y = 1.1$

شکل ۲۲- تعیین ضریب y

۱۰-۲-۵ مقادیر ثابت C_4

جایی‌که شکل‌های مختلفی از تکیه‌گاه برای قسمت صفحه تخت به کار گرفته شود، ثابت C_4، باید میانگین مقادیر به‌دست‌آمده از روش‌های مختلف مربوط، در نظر گرفته شود.

در این استاندارد شرح قرار گرفتن صفحات انتهایی بر روی پوسته ارائه نشده است. بااین‌وجود در موارد خاص، صفحات قرارگرفته بر روی پوسته می‌توانند برای دیگ‌های کم‌فشار (LPB) تعریف‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۲۱۵۶ استفاده شوند. جزئیات محاسبات و جوشکاری در استاندارد EN 14394 آورده شده است.

مقادیر ثابت C_4 در فرمول (۵۲) باید مطابق با جدول ۴ باشد.

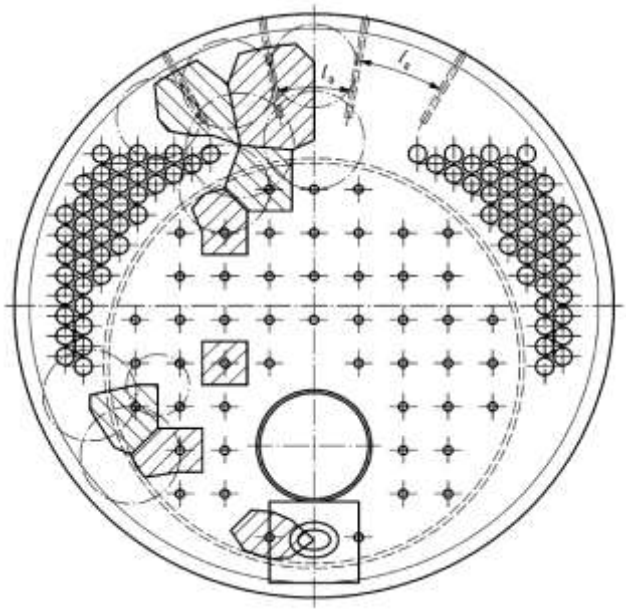
azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

جدول۴ – مقادیر ثابت C_4

اجزاء	مقادیر ثابت C_4
صفحات آزاد تقویت‌شده با وسایل قفل شونده، به‌عنوان‌مثال درپوش‌های دریچه آدم‌رو	۰٫۴۵
صفحات انتهایی تخت داخل قرارگرفته و جوشکاری شده با نفوذ کامل از یک طرف	۰٫۴۵
صفحاتی که در طول محیطشان پیچ می‌شوند : درصورتی‌که $D_L/D_b=1$ درصورتی‌که $D_L/D_b=1,3$ هنگامی‌که نسبت D_L/D_b بین ۱ و ۱٫۳باشد مقادیر ثابت باید توسط میان یابی خطی مشخص شود.	 ۰٫۴۵ ۰٫۶
صفحه انتهایی لبه‌دار شده	۰٫۳۲
مقاوم‌های صفحه‌ای	۰٫۳
شبکه لوله مقاوم نشده با لوله‌های ساده جوش شده در هر دو انتها، سطح تحت نیرو باید کمینه در عرض مرکز ۲ لوله دود و تماس یک‌سوم باشد	۰٫۳
لوله کوره‌های ساده با طول کمتر از ۶ m	۰٫۳
لوله‌های کوره ساده با طول بین ۶ تا ۸ m	۰٫۳۲
لوله کوره‌های چین‌دار با عمق چین کوچک‌تر یا مساوی ۵۰ mm	۰٫۳۲
لوله کوره‌های چین‌دار با عمق چین بزرگ‌تر از ۵۰ mm با طول کوچک‌تر یا مساوی ۶ m با طول بیشتر از ۶ m	 ۰٫۳۵ ۰٫۳۷
لوله کوره‌های بولینگ هوپ	۰٫۳۵
مقاوم‌های میله‌ای ساده منفرد یا لوله‌های مقاوم منفرد	۰٫۴۵
مقاوم‌های میله‌ای ساده غیر منفرد یا لوله‌های مقاوم غیر منفرد اگر فاصله مراکز بین مقاوم‌ها بیش از۲۰۰ mm باشد مقاوم‌های میله‌ای و لوله‌های مقاوم باید به‌صورت جدا از هم در نظر گرفته شوند	۰٫۳۹
مقاوم‌های میله‌ای با واشرهای نوع ۱	۰٫۳۵
مقاوم‌های میله‌ای با واشرهای نوع ۲	۰٫۳۳
مقاوم‌های میله‌ای و مقاوم‌های لوله‌ای محفظه برگشتی (به شکل ۲۹ مراجعه شود)	۰٫۳۹
دریچه‌های دسترسی محفظه برگشتی که از دو طرف جوش شده است(به شکل ۲۸ مراجعه شود)	۰٫۳
دریچه دسترسی محفظه برگشتی (جائی‌که جوشکاری مؤثر از پشت امکان‌پذیر نباشد) (به شکل ۲۸ مراجعه شود)	۰٫۴۵
صفحات انتهایی داخل قرارگرفته جوش شده از دو طرف به پوسته با نسبت ضخامت صفحه انتهایی به ضخامت ورق پوسته e_h/e_s $\leq 1,4$ $> 1,4 \leq 1,6$ $> 1,6 \leq 1,8$ $> 1,8 \leq 2,0$	 ۰٫۳۳ ۰٫۳۶ ۰٫۳۹ ۰٫۴۲
سطح تخت محفظه برگشتی تقویت‌شده به‌وسیله استحکام دهنده‌هایی که به‌طور پیوسته جوش شده‌اند، یا سفت کننده‌های مجهز به راه‌آب (به شکل ۲۹ الف تا ۲۹ث مراجعه شود) و با ارتفاع استحکام دهنده بین ۶ تا ۸ برابر ضخامت آن.	۰٫۴
قسمتی از صفحات انتهایی که حرارت نمی‌بینند شامل دریچه آدم‌رو با رینگ تقویتی(به شکل ۳۴ مراجعه شود) زمانی که فاصله لبه رینگ دریچه آدم‌رو تا لبه‌های کوره، لوله‌های دود یا پوسته بیشتر از ۴ برابر ضخامت صفحه انتهایی نباشد (به شکل۳۰ مراجعه شود). اگر فاصله لبه حلقه آدم‌رو از تا لبه‌های کوره، لوله‌های دود یا پوسته چهار برابر ضخامت صفحه انتهایی بیشتر شود، دریچه آدم‌رو نادیده گرفته‌شده و ثابت C_4 باید از میانگین اندازه‌ها درروش‌های اتصال ارائه‌شده در این جدول تعیین شود.	۰٫۲۷

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

ابعاد برحسب میلی‌متر



راهنما:

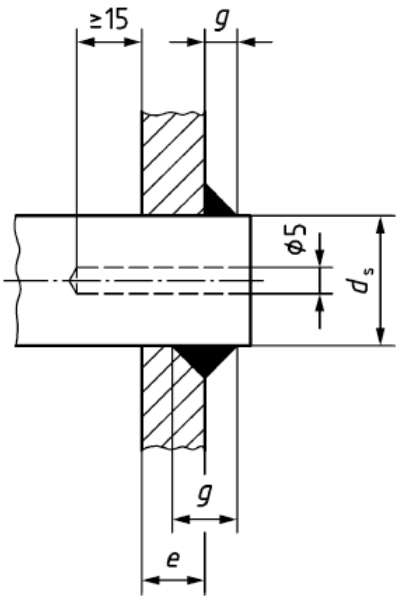
l_a : فاصله بین خطوط مرکزی مقاوم‌ها

یادآوری- به زیربند ۱۰-۲-۹ مراجعه شود.

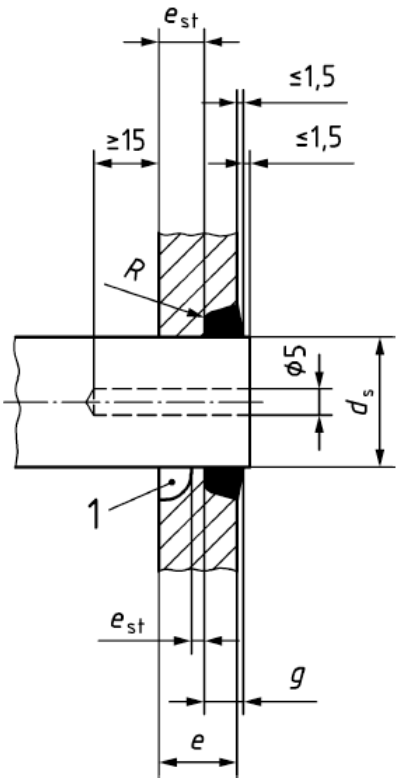
شکل۲۳- مثالی برای نواحی تحت‌فشار

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

ابعاد برحسب میلی‌متر



ب- در معرض حرارت قرار ندارد



الف- در معرض حرارت قرار دارد

راهنما:

d_s قطر مقاوم

e ضخامت دیواره

e_{st} ضخامت باقیمانده بعد از نفوذ جوش و شکاف خنک‌سازی

g طول اتصال جوش به مقاوم‌های میله‌ای

R شعاع نفوذ جوش

1 شکاف خنک‌سازی

$g \geq 0{,}35 d_s$ یا محاسبه دقیق

$e_{st} \leq 10$

در معرض حرارت قرار دارد : دما گاز دودکش بیشتر از ۷۰۰°C

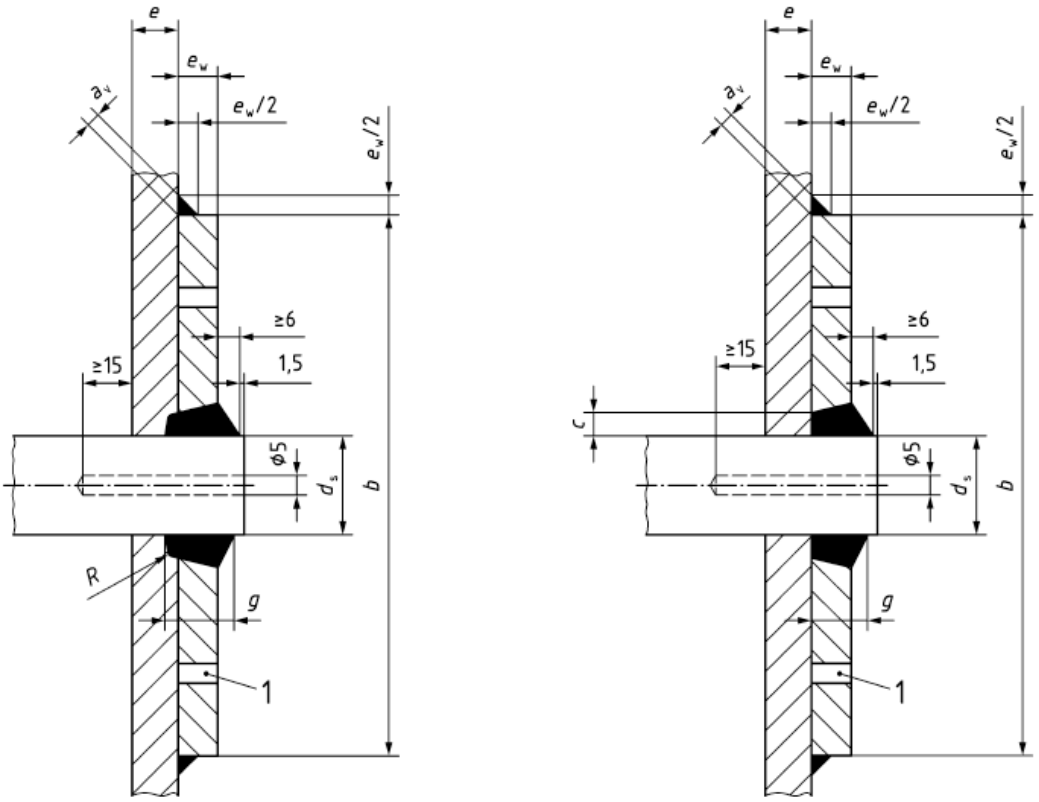
در معرض حرارت قرار ندارد : دما گاز دودکش کمتر یا مساوی ۷۰۰°C

جایی‌که e کمتر از $0{,}35\ d_s$ باشد، شکل ساختار نشان داده‌شده در شکل ۲۵ باید استفاده‌شده یا باید محاسبات دقیق انجام شود.

شکل۲۴- جزئیات جوش مجاز مقاوم‌های میله‌ای بدون واشر

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

ابعاد برحسب میلی‌متر



راهنما:

d_s قطر مقاوم

e ضخامت دیواره

a_v ضخامت جوش

b قطر واشر

e_w ضخامت واشر

g طول اتصال جوش به مقاوم‌های میله‌ای

R شعاع نفوذ جوش

1 منفذ جهت تهویه

$g \geq 0{,}35 d_s$

$a_v > 0{,}35 e_w$

نوع ۱- $b \geq 3{,}5 d_s$

نوع ۲- $b = 2/3$ گام مقاوم‌ها

یا $c = (0{,}15\ ds)$

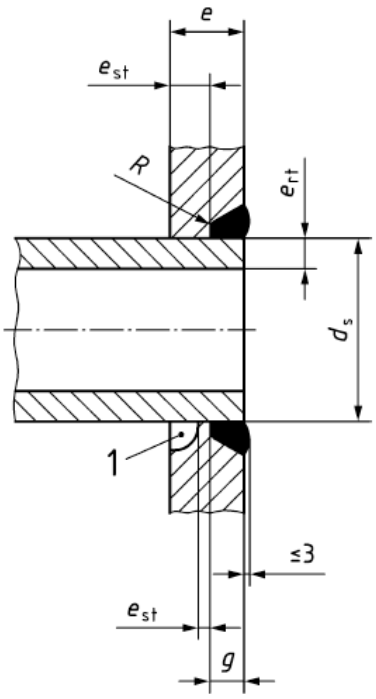
۸ mm هرکدام که بزرگ‌تر باشد

یادآوری- $e_w \geq 2/3\ e$

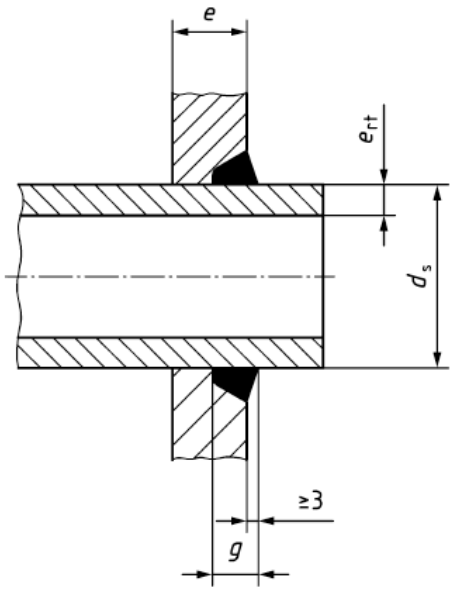
شکل۲۵- جزئیات جوش مجاز مقاوم‌های میله‌ای با واشر(در معرض حرارت قرار ندارد)

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

ابعاد برحسب میلی‌متر



الف- در معرض حرارت قرار دارد



ب- در معرض حرارت قرارندارد

راهنما:

d_s قطر لوله مقاوم

e ضخامت دیواره

e_{rt} ضخامت واقعی دیواره لوله بدون حدود مجاز

e_{st} ضخامت باقیمانده بعد از نفوذ جوش و شیار خنک‌سازی

g طول اتصال جوش به لوله‌های مقاوم

R شعاع نفوذ جوش

1 شیار خنک‌سازی

$g \geq 1{,}25 e_{rt}$ یا محاسبه دقیق

$e_{st} \leq 10$

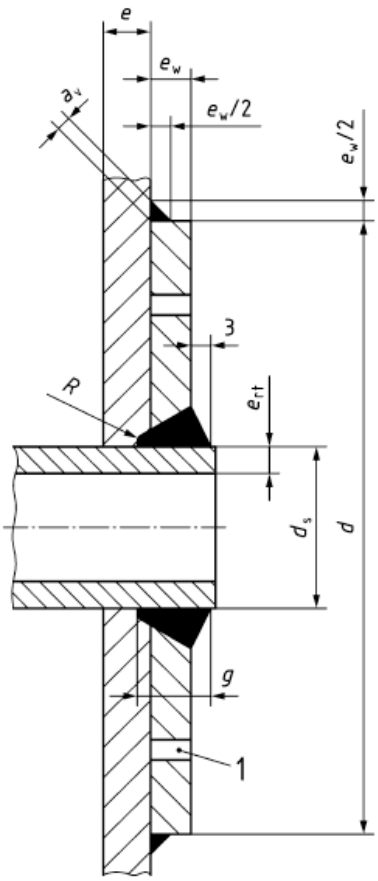
در معرض حرارت قرار دارد: دما گاز دودکش بیشتر از ۷۰۰°C

در معرض حرارت قرار ندارد:دما گاز دودکش کمتر یا مساوی ۷۰۰°C

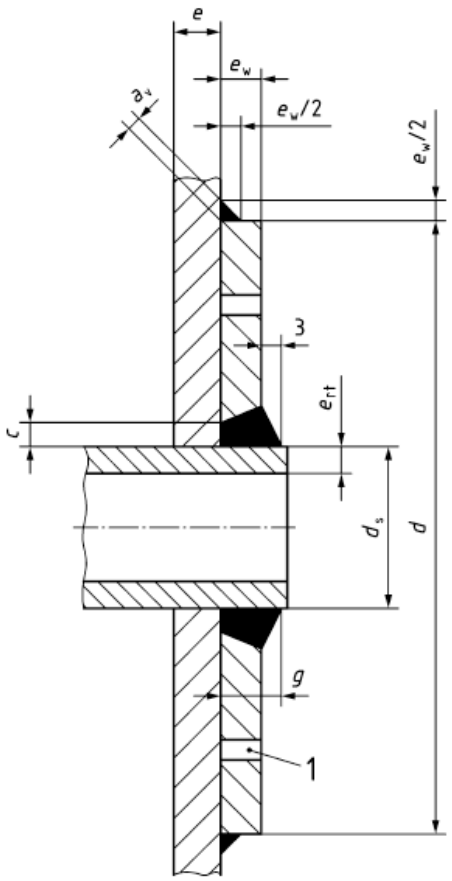
شکل ۲۶- جزئیات جوش مجاز لوله‌های مقاوم بدون واشر

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

ابعاد برحسب میلی‌متر



الف)



ب)

راهنما:

d_s قطر لوله مقاوم

e ضخامت دیواره

e_{rt} ضخامت واقعی دیواره لوله بدون حدود مجاز

a_v ضخامت جوش

d قطر واشر

e_w ضخامت واشر

g طول اتصال جوش به لوله‌های مقاوم

R شعاع نفوذ جوش

1 منفذ جهت تهویه

$g \geq 0.35 d_s$

$a_v > 0.5 e_w$

شرایط برای d:

نوع ۱: $d \geq 3.5\ d_s$

نوع ۲: 2/3 =b گام مقاوم‌ها

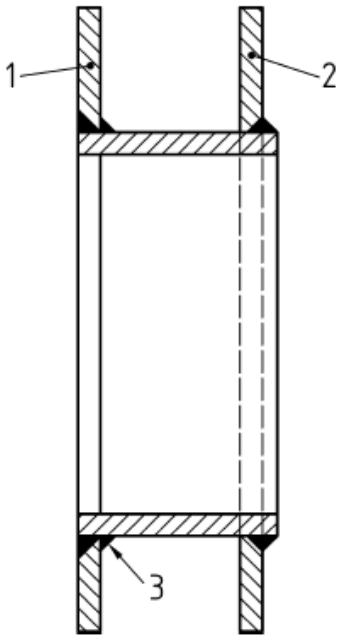
C=(0.15 d_s) یا ۸ mm هرکدام که بزرگ‌ترند.

یادآوری- $e_w \geq 2/3$ e جایی که e_w کمتر از d_s 0.35باشد شکل ساختار ارائه‌شده در شکل ۲۷ الف لازم است که استفاده شود.

شکل ۲۷- جزئیات جوش مجاز لوله‌های مقاوم با واشرها (در معرض حرارت قرار ندارد)

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

ابعاد برحسب میلی‌متر



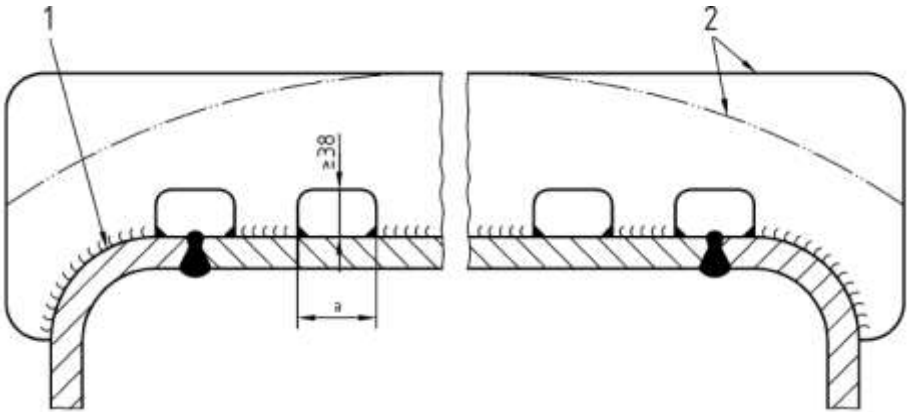
راهنما:

1 صفحه محفظه احتراق

2 صفحه انتهای پشتی

3 جوش آب‌بند

شکل ۲۸- دریچه دسترسی برای دیگ‌های عقب مرطوب



راهنما:

1 ممکن است برای متعلقات ثابت، جوش شده باشد

2 شکل جایگزین تیر حمال (به یادآوری توجه کنید)

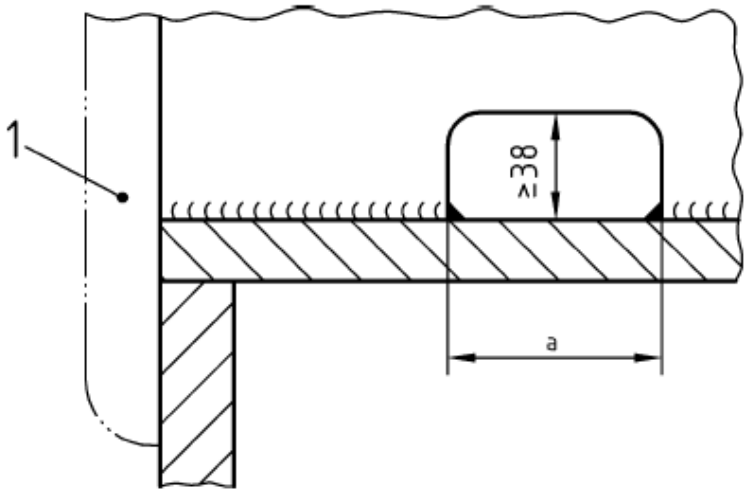
a پهنای مجرای آب

یادآوری- تیرهای حمال ممکن است به صورتی‌که با خط کامل یا خط‌چین نشان داده‌شده است، شکل داده شود.

الف - روش جوشکاری تیر حمال به یک محفظه‌های برگشتی با انتهای لبه‌دار شده

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

ابعاد برحسب میلی‌متر

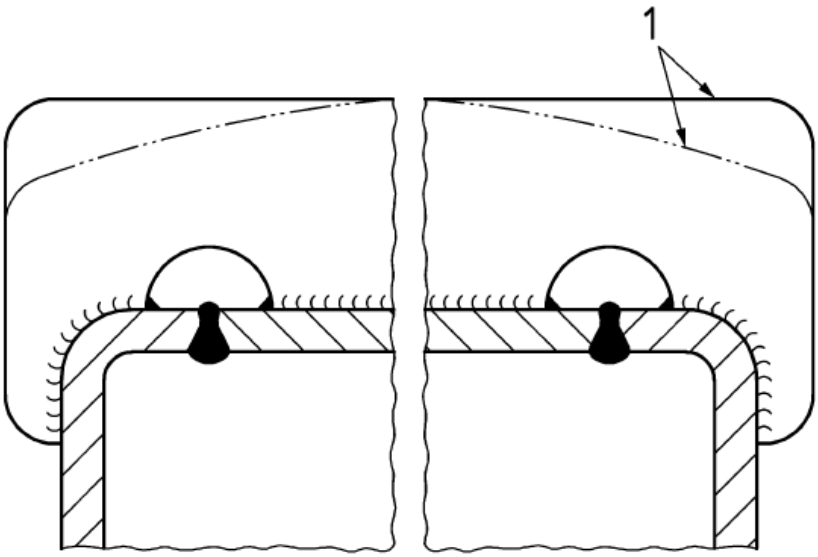


راهنما:

1 تیرحمال ممکن است روی انتهای محفظه برگشتی اجرا شود

[a] پهنای مجرای آب

ب-روش جوشکاری تیرحمال به محفظه برگشتی با انتهای تخت



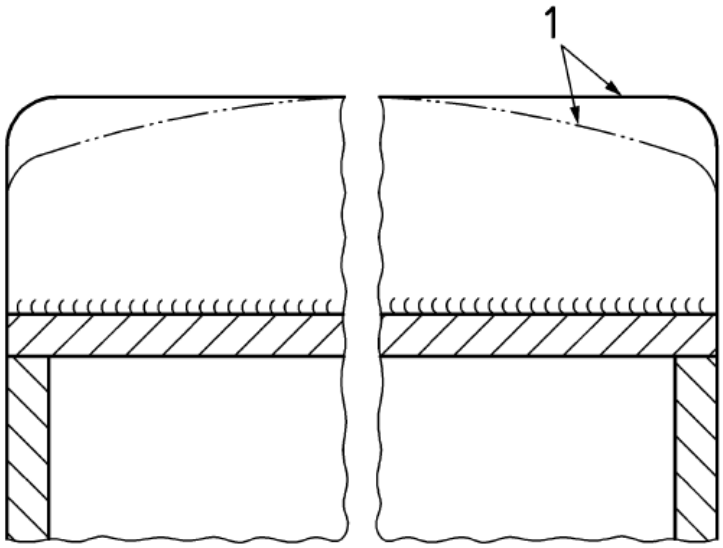
راهنما:

1 شکل جایگزین تیر حمال

یادآوری- تیرهای حمال ممکن است به صورتی که با خط کامل یا خط‌چین نشان داده‌شده است، شکل داده شود.

پ- تیر حمال جوش شده به محفظه برگشتی دارای صفحه لوله لبه‌دار شده و صفحه برگشتی

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

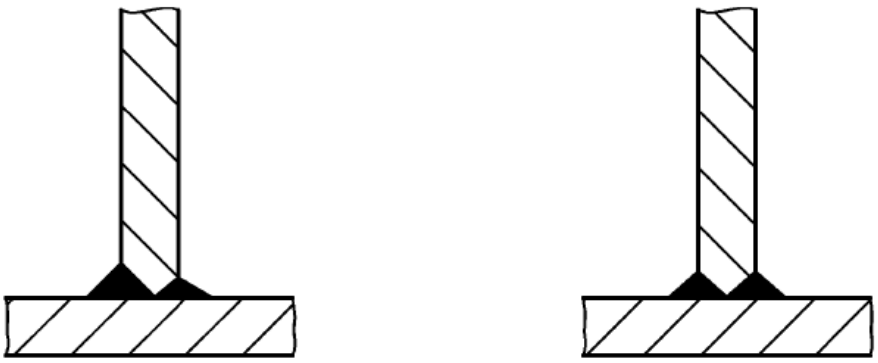


راهنما:

1 شکل جایگزین تیر حمال

یادآوری- تیرهای حمال ممکن است بصورتی‌که با خط کامل یا خط‌چین نشان داده‌شده است، شکل داده شود.

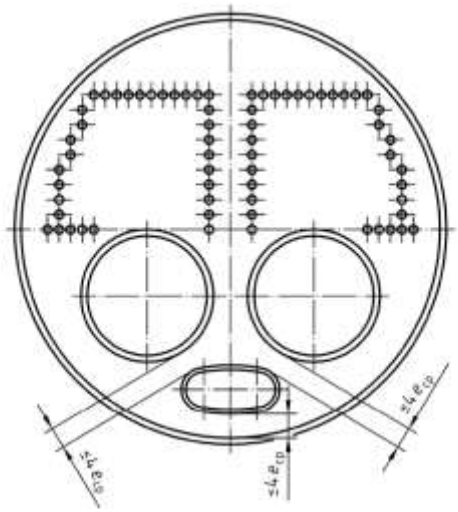
ت-تیرحمال جوش شده به محفظه برگشتی که دارای گوشه‌های چهارگوش می‌باشد.



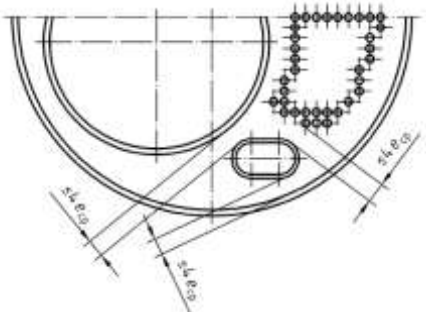
ث-روش‌های جایگزین جوشکاری تیرهای حمال به بالای محفظه‌های برگشتی

شکل۲۹ – روش‌های نمونه جوشکاری مقاوم‌های تیرهای حمال به محفظه‌های برگشتی

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



الف- فاصله بین رینگ تقویتی دریچه آدم‌رو، کوره و پوسته



ب- فاصله بین رینگ تقویتی دریچه آدم‌رو، کوره، شبکه لوله و پوسته

راهنما:

e_{cp} ضخامت محاسبه‌شده دیواره پد تقویتی

یادآوری- شکل فقط طراحی که دریچه آدم‌رو به‌عنوان تکیه‌گاه در نظر گرفته‌شده است را نشان می‌دهد (به جدول ۴ مراجعه شود).

شکل ۳۰ - فاصله‌ها از رینگ تقویتی دریچه آدم‌رو

۱۰-۲-۶ مقاوم‌ها برای محفظه‌های برگشتی عقب مرطوب

مقاوم‌ها باید مطابق با الزامات فرمول (۵۳) باشند (به شکل ۳۱ مراجعه شود)

$$\frac{d_s L_1}{L_2^2} \leq 2 \qquad (۵۳)$$

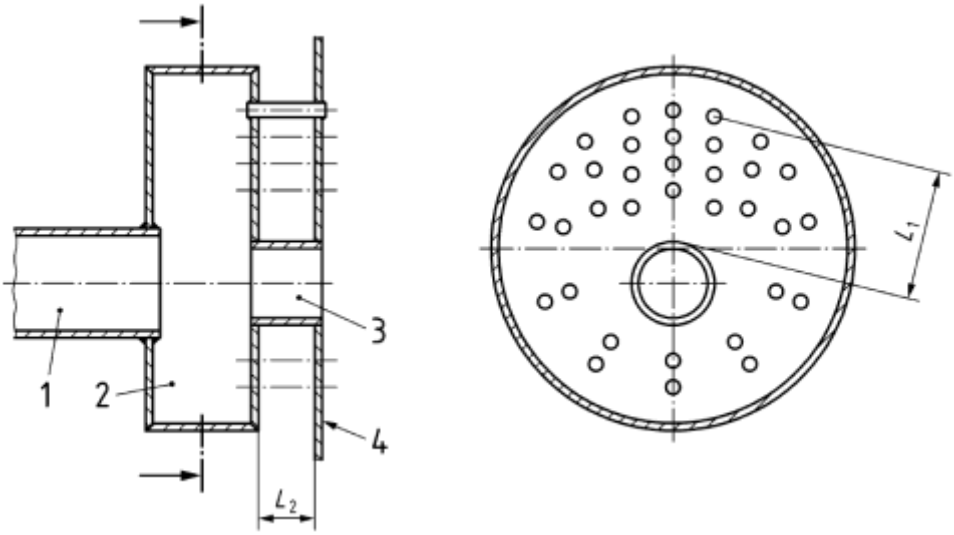
که در آن:

d_s: قطر مقاوم (برحسب میلی‌متر)

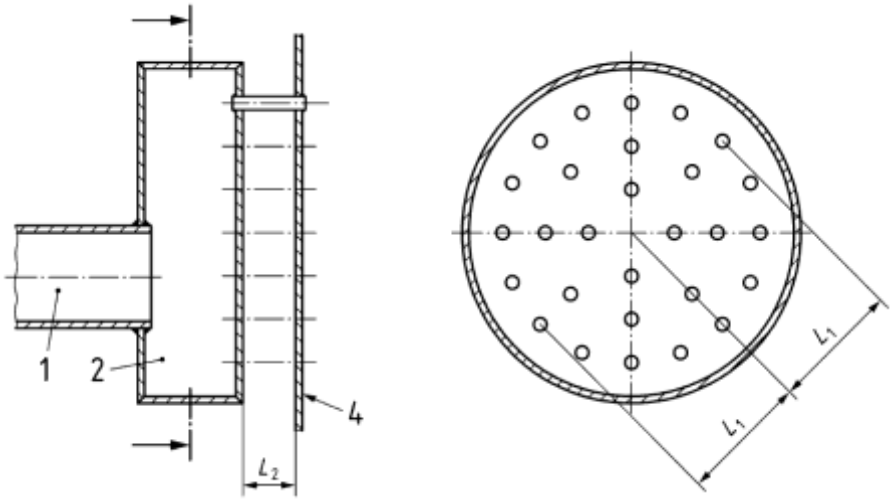
L_1 کوتاه‌ترین فاصله از لبه دریچه دسترسی تا خط مرکز دورترین مقاوم از دریچه دسترسی (برحسب میلی‌متر) یا درصورتی‌که هیچ‌گونه دریچه دسترسی وجود ندارد نصف بیشینه فاصله بین خطوط مرکزی مقاوم‌ها.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

L_2 فاصله بین صفحه عقب محفظه برگشتی و صفحه انتهایی عقب دیگ (برحسب میلی‌متر). درصورتی‌که مقاوم‌های میله‌ای به صفحه عقبی توسط جوش گوشه‌ای متصل می‌شوند، اندازه L_2 باید از سطح بیرونی صفحه عقبی اندازه‌گیری شود.



الف- با دریچه دسترسی



ب- بدون دریچه دسترسی

راهنما:

L_1 کوتاه‌ترین فاصله از لبه دریچه دسترسی تا خط مرکز دورترین مقاوم از دریچه دسترسی (برحسب میلی‌متر) یا درصورتی‌که هیچ‌گونه دریچه دسترسی وجود ندارد نصف بیشینه فاصله بین خطوط مرکزی مقاوم‌ها.

L_2 فاصله بین صفحه عقب محفظه و صفحه انتهایی عقب دیگ (برحسب میلی‌متر).

1 کوره

2 محفظه برگشتی

3 دریچه دسترسی

4 صفحه انتهایی

شکل ۳۱- موقعیت مقاوم‌ها در صفحات عقب محفظه برگشتی

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۱۰-۲-۷ میل مقاوم‌ها و مقاوم‌های لوله‌ای

تنش مجاز در مقاوم (توپر یا سایر حالت‌ها) که بر روی سطح مقطع محاسبه می‌شود نباید از تنش مجاز برای مواد مقاوم در شرایط بهره‌برداری محاسبه‌شده با $f = R_{p0.2tc}/2$، که در آن $R_{p\ 0.2tc}$ کمینه اندازه بین صفحه اتصال و مقاوم می‌باشد، بیشتر شود. قطر هر مقاوم در هر قسمت نباید از ۲۵ mm کمتر باشد به‌استثنای مقاوم‌های متصل به محفظه‌های برگشتی عقب مرطوب که نباید کمتر از ۲۰ mm باشند.
مقاوم‌ها می‌توانند همانطورکه در شکل‌های ۲۴ تا ۲۷ نشان داده‌شده است، جوشکاری شوند.

۱۰-۲-۸ بارگذاری روی لوله‌های مقاوم و مقاوم‌های میله‌ای

لوله‌های مقاوم و مقاوم‌های میله‌ای باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که بار کل ناشی از فشار در سطح تقویت‌شده را تحمل نماید، این سطح به شرح زیر محاسبه می‌شود:
الف- برای یک لوله مقاوم داخل شبکه لوله، سطح خالصی که تقویت می‌شود باید برابر حاصل‌ضرب گام‌های افقی و عمودی لوله‌های مقاوم منهای مساحت دربرگیرنده سوراخ لوله‌ها باشد. چنانچه گام لوله‌های مقاوم نامنظم باشد، مساحت باید برابر مربع گام متوسط لوله‌های مقاوم (یعنی مربع یک‌چهارم محیط ضلع هر چهارضلعی که مراکز چهار لوله مقاوم مجاور، رئوس آن می‌باشد) منهای مساحت دربرگیرنده سوراخ لوله‌ها، در نظر گرفته شود.
ب- برای لوله مقاومی که در ردیف مرزی لوله‌ها قرارگرفته است یا یک مقاوم میله‌ای، سطح تقویت شونده توسط آن باید برابر مساحت محصورشده توسط عمودمنصف خطوط متصل‌کننده مراکز مقاوم‌ها به نقطه اتکا مجاور منهای سطح لوله‌ها یا مقاوم‌های محصورشده در این سطح، همانطورکه در شکل ۲۳ نشانه داده‌شده، باشد.
پ- برای مقاوم میله‌ای که هیچ لوله مقاومی در شبکه لوله آن قرار ندارد، مساحت تقویت شونده باید تا مرز مماس شبکه لوله گسترش یابد.

۱۰-۲-۹ مقاوم‌های صفحه‌ای

۱۰-۲-۹-۱ مبانی مقاوم‌سازی

مقاوم‌های صفحه‌ای با تعداد بسیار کم در تقویت صفحات انتهایی تخت، می‌تواند منجر به تغییر شکل موضعی غیرقابل‌قبول در پوسته شود. بنابراین، نیروی کل باید در تعداد بیشتری از مقاوم‌های صفحه‌ای تقسیم شوند. نواحی تقسیم‌شده صفحات لبه‌دار نشده داخل فضای آزاد بالایی (به‌عنوان‌مثال فضای بخار در مورد دیگ‌های بخار) باید به‌وسیله دست‌کم دو مقاوم صفحه‌ای تقویت شوند.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۱۰-۲-۹-۲ بار اعمالی بر روی هر مقاوم

هر مقاوم صفحه‌ای تقویت‌کننده صفحه انتهایی تخت یک دیگ باید به‌گونه‌ای طراحی شود که تحمل کل نیروی ناشی از فشار بر روی سطح تکیه‌گاه‌های آن را داشته باشد. سطح تقویت شونده توسط هر مقاوم باید با در نظر گرفتن سطح کل تقویت‌شده به دست آید و به‌وسیله خطوط مرزی رسم شده بین مقاوم‌ها و نقاط اتکا مجاور تقسیم‌بندی شود (لوله کوره، ردیف‌های مرزی شبکه لوله یا پوسته). این خطوط مرزی باید در تمام نقاط هم فاصله از نقاط اتکا مجاور در سطح موردنظر باشند (به شکل ۲۳ مراجعه شود).

۱۰-۲-۹-۳ محاسبات مقاوم‌های صفحه‌ای

مقاوم‌های صفحه‌ای باید آن‌چنان تقسیم‌بندی شده باشند که زاویه V (مطابق شکل ۳۲) از 60^{o} کمتر نشود. کمینه سطح مقطع مقاوم صفحه‌ای باید مطابق با فرمول (۵۴) مشخص شود:

$$e_g\ h = \frac{f_G\ W}{f\ \sin\ V} \qquad (۵۴)$$

که در آن:

ضخامت پوسته $\times 1.5 \le e_g \le$ ضخامت پوسته $\times 0/5$

و

ضخامت صفحه انتهایی $\times 0.5 \le e_g$

مقادیر f_G :

۱/۰ برای کوره ساده.

۱/۰ برای کوره چین‌داری که از مقاوم‌های صفحه‌ای مثلاً با شبکه لوله جدا می‌شوند.

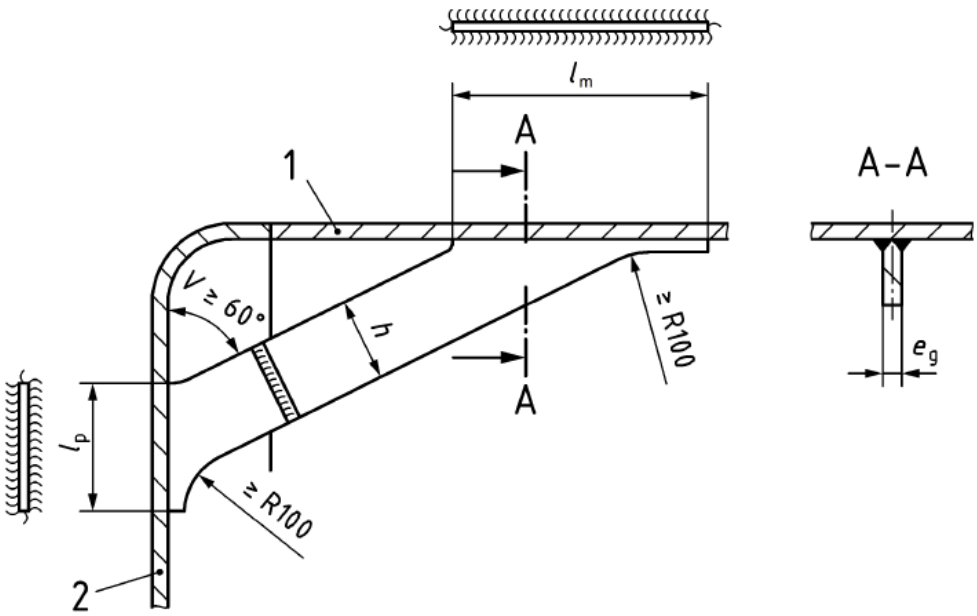
۱/۲ برای کوره چین‌دار مطابق با این استاندارد که نزدیک به مقاوم صفحه‌ای قرار می‌گیرد.

با این وجود کمینه ضخامت مورد نیاز مقاوم صفحه‌ای نباید از ضخامت ورق پوسته بیشتر باشد.

اندازه و شکل قسمت‌های صفحه انتهایی تقویت‌شده به‌وسیله هر مقاوم صفحه‌ای باید آن‌چنان باشد که سطح کامل صفحه انتهایی در هر منطقه مقاوم صفحه‌ای تقویت‌شده باشد.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

ابعاد برحسب میلی‌متر



راهنما:

e_g ضخامت محاسبه‌شده مقاوم صفحه‌ای.

h پهنای مقاوم صفحه‌ای

l_m طول اتصال به پوسته

l_p طول اتصال به صفحه انتهایی

R شعاع

V زاویه بین مقاوم صفحه‌ای و صفحه انتهایی

1 پوسته

2 صفحه انتهایی

شکل ۳۲- جزئیات مقاوم‌های صفحه‌ای جوش شده

l_m و l_p باید الزامات فرمول‌های (۵۵) و (۵۶) را برآورده نمایند:

$$l_m \geq \frac{h}{\cos V} + 70mm \qquad (۵۵)$$

$$l_p \geq \frac{h}{\sin V} + 50mm \qquad (۵۶)$$

فاصله مجاز بین خطوط مرکزی دو مقاوم صفحه‌ای l_a که در شکل ۲۳ نشان داده‌شده است باید الزامات فرمول (۵۷) را برآورده سازد:

$$l_a \leq 1{,}41 \cdot e_h \cdot \sqrt{\frac{400\,N/mm^2}{f_G \cdot PS}} \qquad (۵۷)$$

یادآوری- 400 N/mm^2 تنش قابل‌قبول لایه محافظ مغناطیسی است.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۱۰-۲-۱۰ اتصالات جوشی

جایی که مقاوم‌های صفحه‌ای به پوسته و صفحات انتهایی جوش می‌شوند، اتصالات باید به‌وسیله جوش‌های نفوذی کامل مطابق با شکل ۳۲ باشد.
گرده جوش باید بدون شکاف و تغییرات ناگهانی در مسیر جوش باشد.

۱۰-۲-۱۱ الزامات اضافی برای صفحات انتهایی درون قرارگرفته

۱۰-۲-۱۱-۱ کلیات

علاوه بر الزامات کاربردی، به‌ویژه در مورد جزئیات جوش قابل‌قبول (به استاندارد ملی ایران شماره ۴-۲۲۱۵۶ مراجعه شود) و الزامات عمومی برای صفحات انتهایی تخت که در زیربندهای ۱۰-۲-۳ الی ۱۰-۲-۹ ارائه‌شده، الزاماتی برای صفحات انتهایی تخت جوش شده از داخل و جوش شده از بیرون که در زیربندهای ۱۰-۲-۱۱-۲ و ۱۰-۲-۱۱-۳ آورده شده باید در نظر گرفته شوند.

۱۰-۲-۱۱-۲ ضخامت پوسته محدود به اتصال گوشه

برای تعیین ضخامت ورق پوسته مجاور به جوش لب‌به‌لب سپری، معادلاتی متناظر با فرمول‌های (۱۶) و (۱۷) باید استفاده شود.

$$e_{s'} = e_{cs} + c_2 \qquad (۵۸)$$

$$e_{cs} = \frac{p_c\, d_{os}}{2\, f_s\, x + p_c} \qquad (۵۹)$$

ضریب کاهش تنش x در فرمول (۵۹) بستگی به نسبت ضخامت صفحه انتهایی به پوسته دارد و باید مطابق زیر باشد.

$$e_{ch}/e_{cs} \geq 1{,}4 \qquad x = 0{,}85 \qquad (۶۰)$$

$$1 < e_{ch}/e_{cs} < 1{,}4 \qquad x = 1 - 0{,}15 * (e_{ch}/e_{cs} - 1) / 0{,}4 \qquad (۶۱)$$

$$e_{ch}/e_{cs} \leq 1 \qquad x = 1 \qquad (۶۲)$$

اگر ضخامت پوسته e_{cs} مطابق با فرمول (۱۷) با ضریب جوش $v \leq 0{,}85$ محاسبه شود نیازی به در نظرگرفتن ضریب کاهش تنش x نمی‌باشد.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۳-۱۱-۲-۱۰ پارامترهای طراحی

صفحات انتهایی درون قرارگرفته باید با پارامترهای ارائه‌شده در جدول ۵ و با الزامات ارائه‌شده زیر مطابقت نماید:

الف- ضخامت دیواره پوسته باید مطابق فرمول‌های (۵۸) و (۵۹) محاسبه شود ازجمله ضریب کاهش تنش x (به فرمول‌های(۶۰)، (۶۱) و (۶۲) مراجعه شود)؛

ب- ضخامت واقعی دیواره صفحه انتهایی نباید از ۳۰ mm بیشتر شود.

ت- پوسته به صفحه انتهایی، کوره به صفحه انتهایی و صفحه انتهایی محفظه برگشتی به ورق راپر باید به‌طور کامل از پشت جوش شده، به‌جز در مورد دیگ‌های کوچک که مطابق با جدول ۶ مجاز می‌باشند.

جدول ۵- پارامترهای طراحی برای صفحات انتهایی درون قرارگرفته

قطر خارجی پوسته d_{os} mm		فاصله بین صفحات انتهای دیگ[a] L_b mm		بیشینه فشار مجاز N/mm^2	نسبت ضخامت صفحه انتهایی و پوسته e_h / e_s
$\geq d_{OS}$	1250	$\geq L_b$	2750	$\leq 2{,}5$	$\leq 2{,}00$
				$\leq 3{,}0$	$\leq 1{,}55$
$\geq d_{OS}$	1500	$\geq L_b$	3300	$\leq 1{,}6$	$\leq 2{,}00$
				$\leq 2{,}5$	$\leq 1{,}80$
				$\leq 3{,}0$	$\leq 1{,}35$
$\geq d_{OS}$	1750	$\geq L_b$	3850	$\leq 1{,}0$	$\leq 2{,}00$
				$\leq 1{,}6$	$\leq 1{,}85$
				$\leq 2{,}5$	$\leq 1{,}60$
				$\leq 3{,}0$	$\leq 1{,}15$
$\geq d_{OS}$	2000	$\geq L_b \leq$	4400	$\leq 1{,}0$	$\leq 2{,}00$
				$\leq 1{,}6$	$\leq 1{,}65$
				$\leq 2{,}5$	$\leq 1{,}35$
				$\leq 3{,}0$	$\leq 1{,}00$
$\geq d_{OS}$	2500	$\geq L_b$	5500	$\leq 1{,}0$	$\leq 2{,}00$
				$\leq 1{,}6$	$\leq 1{,}45$
				$\leq 2{,}5$	$\leq 1{,}15$
$\geq d_{OS}$	3000	$\geq L_b$	6600	$\leq 1{,}0$	$\leq 1{,}65$
				$\leq 1{,}6$	$\leq 1{,}25$
				$\leq 2{,}5$	$\leq 1{,}00$
$\geq d_{OS}$	3500	$\geq L_b$	7700	$\leq 1{,}0$	$\leq 1{,}40$
$\geq d_{OS}$	4000	$\geq L_b$	8800	$\leq 1{,}6$	$\leq 1{,}05$
				$\leq 1{,}0$	$\leq 1{,}15$

درصورتی‌که نسبت ضخامت صفحه انتهایی و پوسته بیش از مقادیر بالا باشد، باید از یک محاسبه استحکام و تغییر شکل انجام شود برای مثال روش محاسباتی عنصر محدود

[a] محدودیت ۸۸۰۰ mm برای طول در مورد دیگ‌های بازیافت حرارتی لوله‌ای به‌کاربرده نمی‌شود.

یادآوری ۱- توصیه می‌شود صرفاً از مواد تا P295GH استفاده شود.

یادآوری ۲-برای مواد P355GH و یا صفحات انتهایی درون قرارگرفته بیش از محدوده‌های ذکرشده در جدول ۵ محاسبات چرخه‌های بار اضافی لازم است انجام شود

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

جدول۶- شرایطی برای قسمت‌های حذف‌شده جوش‌های گوشه‌ای (جوش‌های پشت)از اتصالات گوشه‌ای صفحات انتهایی تخت

طول جوش نشده mm	فاصله بین صفحات انتهایی دیگ L_b mm	قطر خارجی پوسته d_o mm	کمینه فاصله تنفس بین لوله کوره و پوسته mm	ضخامت صفحه انتهایی e_{rh} mm	نسبت ضخامت صفحه انتهایی به دیواره لوله کوره e_{rh}/e_{rf} mm	الزامات عمومی برای قسمت‌های جوش شده
	≤ 3000	≤ 1400	d_o 6.5% یا 65 mm هرکدام بزرگ‌تر است	≤ 20	> 1.4	جوش، نفوذ کامل را نشان می‌دهد[a] بازرسی کامل جوش امکان‌پذیر است. جوش به‌طور مستقیم حرارت داده نشده
> 250	≤ 2500	≤ 1000	≥ 65	≤ 15		
b	≤ 2500	≤ 1000	≥ 80	≤ 20		
برای دیگ‌های کم‌فشار جوش‌های گوشه‌ای (جوش‌های پشتی) ممکن است حذف شوند.						
[a] با آزمون‌های روش ویژه‌ای تائید شود. نمونه آزمون روش باید معرف هندسه جوش در تولید بوده و باید برای بازرسی چشمی و ماکرو مقطع زده شود. [b] طولی مساوی با قطر کوره برای اتصال انتهای تخت به کوره و طولی مساوی با قطر پوسته برای اتصال انتهای تخت به پوسته						

۱۰-۲-۱۲ مقاوم‌های تیر حمال تقویت‌کننده قسمت تخت یک محفظه برگشتی

ضخامت تیرهای حمال جوش شده e مطابق با اشکال ۲۹ الف تا ۲۹ ث باید مطابق با فرمول (۶۳) محاسبه شوند اما در هیچ حالتی نباید ضخامتی بیش از ۳۵ mm داشته باشند.

$$e = \frac{3\,p_c\,L_g^2\,P_g}{4\,d_g^2\,f} \qquad (۶۳)$$

۱۱ طراحی سوراخ‌های منفرد در صفحات تخت انتهایی دیگ

۱۱-۱ سوراخ‌های منفرد تقویت نشده

بیشینه قطر یک سوراخ تقویت نشده در صفحات انتهای تخت باید از فرمول (۶۴) محاسبه شود:

$$d_{max} = 8\,e_{rh}\left(1{,}5\frac{e_{rh}^2}{e_{ch}^2} - 1\right) \qquad (۶۴)$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۱۱-۲ سوراخ‌های انشعاب

تقویت سوراخ‌های انشعاب، باید با در نظر گرفتن موادی که به‌صورت موضعی، اضافه بر کمینه ضخامت موردنیاز صفحه انتهایی و انشعاب ازجمله جوش‌های اتصال (همانطورکه در شکل ۳۳ نشان داده‌شده است)برداشته می‌شود انجام شود. ضخامت انشعاب در صورت نیاز باید افزایش یابد. تقویت، زمانی کافی دانسته می‌شود که مساحت جبرانی(Y) مساوی یا بزرگ‌تر از مساحت موردنیاز برای جبران (X) باشد.

مساحت X باید از حاصل‌ضرب ٪۲۵ شعاع داخلی انشعاب در ضخامت صفحه انتهایی تخت، که از فرمول (۵۲) برای صفحه انتهایی موردنظر محاسبه‌شده، به دست آید.

مساحت Y باید در صفحه‌ای موازی محور انشعاب که از صفحه انتهایی تخت می‌گذرد، اندازه‌گیری شود، و باید به‌صورت زیر محاسبه شود:

الف- برای آن بخش از انشعاب که بیرون‌زدگی آن خارج از دیگ است، سطح Y برابر است با سطح مقطع کامل انشعاب از سطح واقعی بیرونی صفحه انتهایی تخت تا فاصله l_b ،منهای سطح مقطعی که انشعاب با همان فاصله l_b و در نظر گرفتن ضخامت به‌دست‌آمده از فرمول‌های ۱۶ و ۱۷ ایجاد می‌نماید.

ب- مساحت کل بخشی از انشعاب که داخل دیگ قرار دارد (درصورت موجود بودن) تا فاصله l_b از سطح داخلی صفحه انتهایی به آن اضافه شود.

پ- سطح مقطع جوش‌های گوشه را به آن اضافه شود.

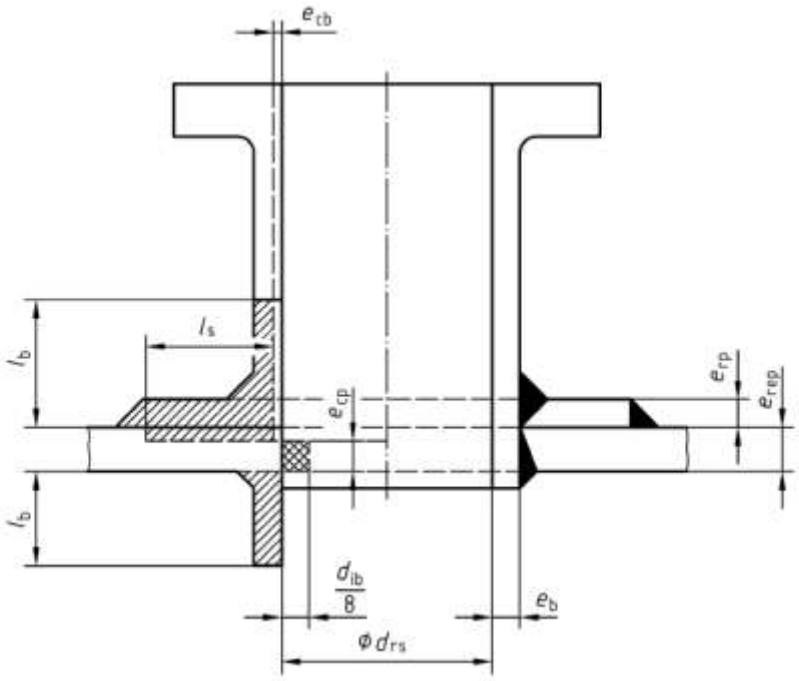
ت- مساحت به‌دست‌آمده ازحاصلضرب اختلاف بین ضخامت واقعی صفحه انتهایی تخت و ضخامتی که از فرمول (۵۲) محاسبه‌شده، در قسمتی از صفحه انتهایی طول l_s به آن اضافه شود.

ث- مساحت صفحه جبرانی (درصورت موجود بودن) را که در محدوده تقویت شکل ۳۳ نشان داده‌شده است به آن اضافه شود.

جائی‌که مواد تقویت‌کننده دارای تنش طراحی اسمی کمتری نسبت به جنس صفحه انتهایی تختی که قرار است تقویت شود، باشد، سطح مؤثر آن باید در نسبت تنش‌های مجاز در دمای محاسباتی کاهش یابد. نباید هیچ مقاومت اضافی ناشی از بالا بودن تنش اسمی تقویت‌کننده نسبت به صفحه انتهایی در نظر گرفته شود.

جوش‌های اتصال‌دهنده انشعابات و ورق‌های جبرانی باید از ابعاد کافی جهت منتقل کردن نیروی وارده برسطح تقویت‌شده و تمامی بارهای دیگری که ممکن است بر آن‌ها وارد شود، برخوردار باشند.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

d_{ib} قطر داخلی انشعاب

e_{cb} ضخامت جداره محاسبه‌شده انشعاب مطابق با فرمول‌های (۱۶) یا (۱۷) $v = 1$

e_{ch} ضخامت جداره محاسبه‌شده صفحه انتهایی تخت مطابق با فرمول (۵۲)

e_{rb} ضخامت واقعی جداره انشعاب

e_{rh} ضخامت واقعی جداره صفحه انتهایی تخت

e_{rp} ضخامت واقعی جداره ورق تقویتی

l_b کوچک‌ترین مقدار ۲ رابطه $2{,}5e_{rh}$ و $(2{,}5\ e_{rb} + e_{rp})$

l_s بزرگ‌ترین مقدار ۲ رابطه$(e_{rep} + ۷۵)$ و$(d_{ib}/۲)$

سطح X

سطح Y

مساحت Y نباید کوچک‌تر از مساحت X باشد.

یادآوری- صفحه جبرانی تنها در مواردی که مساحت Y کمتر از مساحتX باشد موردنیاز است.

شکل ۳۳- جبرانی انشعاب در صفحات انتهایی تخت

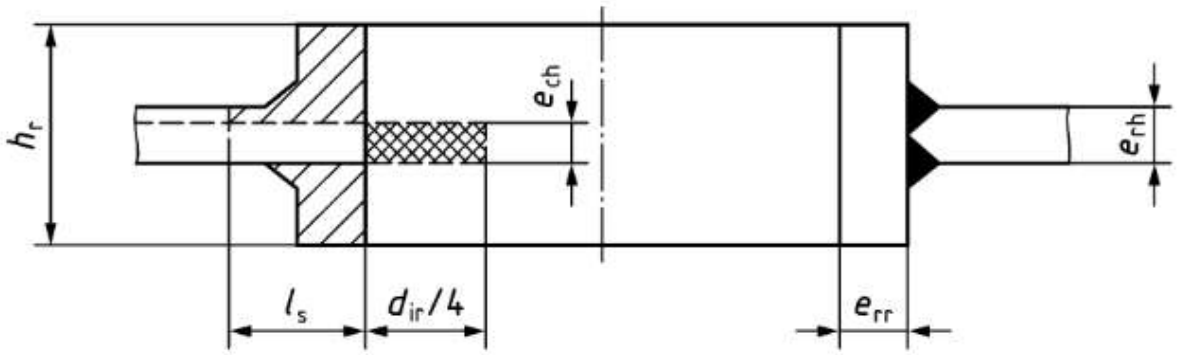
۳-۱۱ دریچه‌های آدم‌رو، سر رو و دست رو

زمانی‌که دریچه آدم‌رو، سررو و دست رو به شکل بیضی در شبکه انتهایی تخت قرار دارند، این دریچه‌ها باید تقویت شوند(شکل۳۴). روش ارائه‌شده در۱۱-۲ برای محاسبه سطح موردنیاز تقویتی هر جا که عملی باشد باید مورداستفاده قرار گیرد با این شرط که ضخامت حلقه تقویتی (e_{sr}) نباید کمتر ۱۹ mm برای دریچه آدم‌رو، ۱۵ mm برای دریچه سررو و ۱۰ mm برای دریچه دست‌رو باشد.

سطح X باید به‌وسیله حاصل‌ضرب نصف میانگین نیم قطرهای بزرگ و کوچک دریچه در ضخامت صفحه انتهایی تخت که از فرمول (۵۲) حاصل می‌شود برای بخش صفحه آن‌هایی موردنظر به دست آید.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

هنگام محاسبه سطح Y، ضخامت کل حلقه تقویتی می‌تواند استفاده شود.



راهنما:

d_{ir} عبارت است از نصف میانگین نیم قطرهای بزرگ و کوچک دریچه/حلقه تقویتی

e_{ch} ضخامت محاسبه‌شده صفحه انتهایی تخت مطابق با فرمول (۵۲)

e_{rh} ضخامت واقعی جداره صفحه انتهای تخت

e_{rr} ضخامت واقعی سفت‌کننده

h_r ارتفاع سفت‌کننده

l_s مقدار بزرگ‌تر ۲ مقدار $(e_{rh}+$ ۷۵) و d_{ir}

سطح X

سطح Y

مساحت Y نباید کمتر از مساحت X باشد.

شکل۳۴- جبرانی برای دریچه‌های بیضوی آدم‌رو یا بازرسی در صفحات انتهای تخت

۱۲ صفحه لوله‌ها ولوله‌های سوراخ نشده

۱۲-۱ ضخامت لوله‌های مستقیم تحت‌فشار خارجی

ضخامت لوله‌های مستقیم تحت‌فشار خارجی با قطر خارجی اسمی کمتر یا مساوی از ۱۷۰ mm، از فرمول(۶۵) یا جدول۷ هرکدام که بزرگ‌تر است به دست می‌آید.

$$e = e_{ct} + c_1 + c_2 \qquad (۶۵)$$

یا

$$e_{ct} = \frac{p\,d_o}{1{,}6\,f} \qquad (۶۶)$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

جدول ۷- کمینه ضخامت اسمی لوله‌ها (ابعاد به mm)

کمینه ضخامت اسمی	قطر اسمی خارجی
۱٫۹۰	$d_o \leq ۲۶٫۹$
۲٫۲۰	$۲۶٫۹ < d_o \leq ۵۴٫۰$
۲٫۵۰	$۵۴٫۰ < d_o \leq ۷۶٫۱$
۲٫۸۰	$۷۶٫۱ < d_o \leq ۸۸٫۹$
۳٫۱۵	$۸۸٫۹ < d_o \leq ۱۱۴٫۳$
۳٫۵۰	$۱۱۴٫۳ < d_o \leq ۱۳۹٫۷$
۳٫۹۹	$۱۳۹٫۷ < d_o \leq ۱۶۸٫۳$

۱۲-۲ ضخامت لوله‌های مستقیم تحت‌فشار داخلی

ضخامت لوله‌های مستقیم تحت‌فشار داخلی از فرمول (۶۷) یا جدول(۷)، هرکدام که بزرگ‌تر باشد، به دست می‌آید.

$$e_{t'} = e_{ct} + c_1 + c_2 \quad (۶۷)$$

که در آن:

$c_2 = 0{,}75$ mm

$$e_{ct} = \frac{p_c d_o}{2f + p_c} \quad (۶۸)$$

۱۲-۳ ضخامت جداره و دو پهن‌شدگی[1] زانویی‌ها و خم‌های لوله

۱۲-۳-۱ کلیات

ضخامت جداره زانویی‌ها (به شکل ۳۷مراجعه شود)، خم‌های لوله با قطر خارجی اسمی کمتر یا مساوی ۱۷۰ mm نباید کمتر ازآنچه در معادلات زیر ارائه‌شده باشد:

ضخامت دیواره در قوس درونی:

$$e_{ti} = e_{ct} C_i + c_1 + c_2 \quad (۶۹)$$

ضخامت جداره در قوس بیرونی:

$$e_{to} = e_{ct} C_o + c_1 + c_2 \quad (۷۰)$$

1- Ovality

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

که در آن e_{ct} عبارت است از ضخامت محاسبه‌شده برای لوله مستقیم مطابق با زیر بند۱۲-۱یا زیربند۱۲-۲ هرکدام مناسب است،و C_i و C_o عبارت‌اند از ضرایبی که از نمودار شکل ۳۸ و فرمول‌های (۷۱) و (۷۲) به دست می‌آیند.

$$C_i = \frac{\frac{2R}{d_o} - 0{,}5}{\frac{2R}{d_o} - 1} \qquad (۷۱)$$

$$C_o = \frac{\frac{2R}{d_o} + 0{,}5}{\frac{2R}{d_o} + 1} \qquad (۷۲)$$

که در آن:

R عبارت است از خط مرکزی سوراخ خم

درصورتی‌که نسبت R/d_0 بزرگ‌تر یا مساوی با ۱و کوچک‌تر یا مساوی ۴٫۵ باشد ضرایب C_i و C_o باید برای زانویی‌ها و خم‌های لوله اعمال شود. برای خم‌های با نسبت R/d_0 بزرگ‌تر از ۴٫۵ باید به‌صورت لوله‌های مستقیم رفتار شود.

کمینه ضخامت‌های جداره باید مطابق با زیربند ۱۲-۱ یا زیربند ۱۲-۲، حسب مورد در نظر گرفته شود.

اندازه نسبت d_m/e نباید از ۴۰ بیشتر شود.

برای محاسبات خارج از این حدود یا به عنوان یک جایگزین، پیوست a استاندارد EN 12952-3:2011 باید در نظر گرفته شود.

۱۲-۳-۲ خارج از گردی[1] در خم لوله‌ها

خروج از دایره‌واری در خم لوله‌ها باید از فرمول زیر محاسبه شود:

$$u = 2 \times \frac{\hat{d}_0 - \check{d}_0}{\hat{d}_0 + \check{d}_0} \times 100 \qquad (۷۳)$$

که در آن:

u خارج از گردی[2] برحسب ٪؛

$\hat{d}_0$ بیشینه اندازه قطر بیرونی در رأس خم لوله برحسب mm؛

$\check{d}_0$ کمینه اندازه قطر خارجی در سطح مقطع مشابه $\hat{d}_0$ همانند برحسب mm؛

خروج از رواداری مجاز باید در محدوده ارائه‌شده در شکل‌های ۳۵ و ۳۶ باشد.

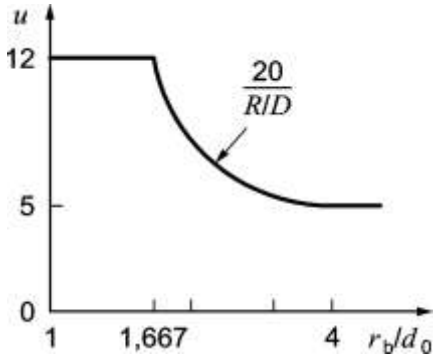
1- Departure from circularity

2- Circularity

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

الف- خروج از رواداری خم لوله‌ها، که در عملیات خم‌کاری پیوسته تک‌مرحله‌ای تهیه می‌شوند نباید از محدوده اشاره‌شده در شکل ۳۵ بیشتر باشد.

ب- خروج از دایره‌واری خم لوله‌ها روی لوله‌هایی که قطر بیرونی اسمی آن‌ها از ۸۰ mm بیشتر نباشد و عملیات خم‌کاری دومرحله‌ای باشد یعنی پرس گرم پس از عملیات خم‌کاری اولیه سپس عملیات حرارتی پس از خمش، نباید بیش از محدوده‌های نشان داده‌شده در شکل ۳۶ باشد.

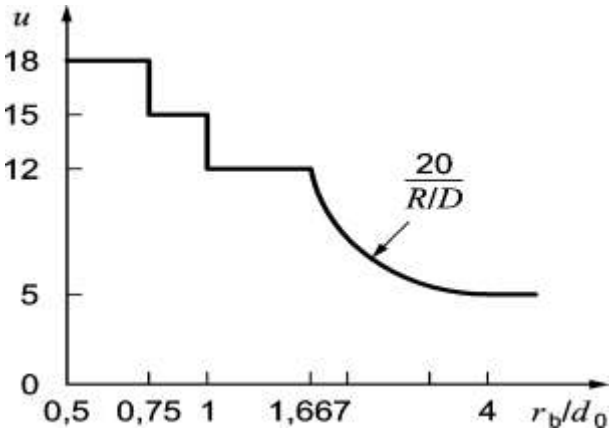


راهنما:

R/D نسبت شعاع خمش به قطر بیرونی

u خارج از گردی

شکل ۳۵- محدوده خارج از گردی برای عملیات خم‌کاری تک‌مرحله‌ای



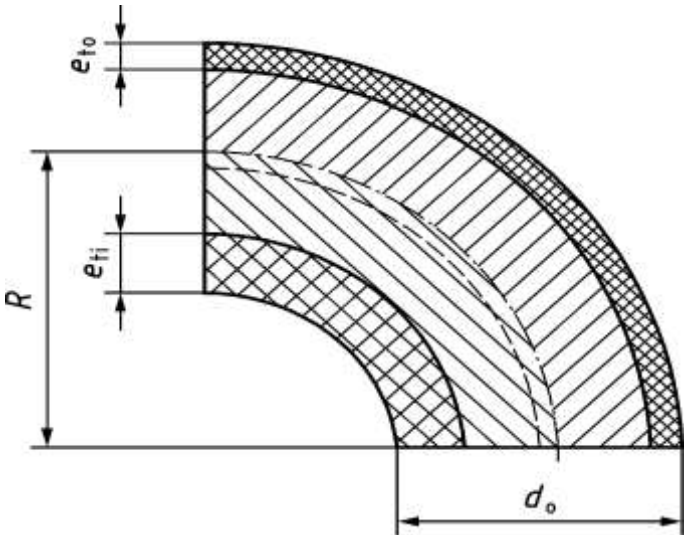
راهنما:

R/D نسبت شعاع خمش به قطر بیرونی

u خارج از گردی

شکل۳۶- محدوده خارج از گردی برای عملیات خم‌کاری دومرحله‌ای

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

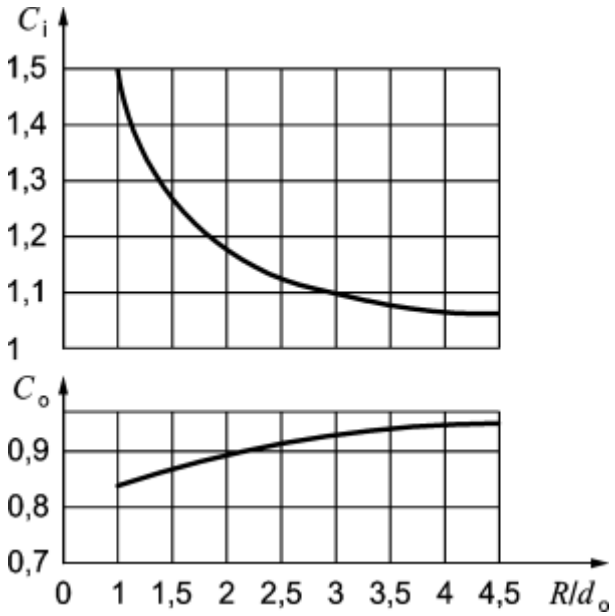
d_o قطر خارجی اسمی

R شعاع خم‌کاری

e_{to} ضخامت جداره قوس بیرونی لوله

e_{ti} ضخامت جداره قوس داخلی لوله

شکل۳۷- نمادهای مورداستفاده برای خم‌های لوله



راهنما:

d_o قطر خارجی اسمی

R شعاع

C_i ضریب طراحی قوس داخلی

C_o ضریب طراحی قوس بیرونی

شکل ۳۸- ضرایب طراحی C_i و Co

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۱۲-۴ لوله‌های دود

لوله‌های دودی که به عنوان لوله مقاوم عمل می‌کنند باید مطابق با جدول ۸ دارای عمق جوش مساوی با ضخامت لوله به‌علاوه ۲ mm یا سطح مقطع برشی جوش باید مساوی یا بزرگ‌تر از ۱٫۲۵ ضربدر سطح مقطع مورد نیاز لوله با کمینه عمق جوش۲ mm متصل شوند.

هر لوله دود و اتصال آن به صفحات لوله باید به‌گونه‌ای طراحی شود که سهم مقررشده از بار وارد بر صفحاتی که این لوله نگهداری می‌کند را تحمل نماید. ضخامت لوله‌های متصل به صفحات لوله باید چنان باشد که تنش محوری روی نازک‌ترین قسمت لوله از $f = R_{p0,2tc} / 2$ بیشتر نباشد.

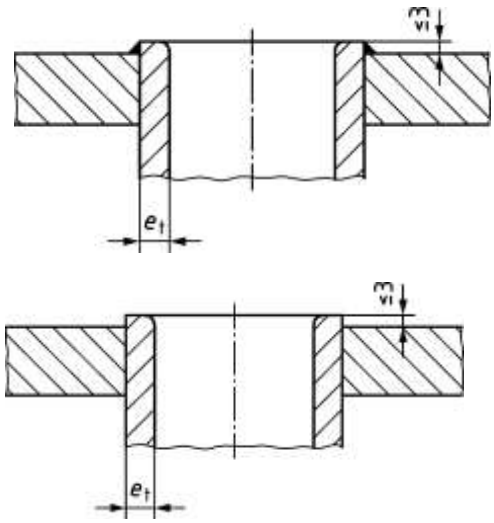
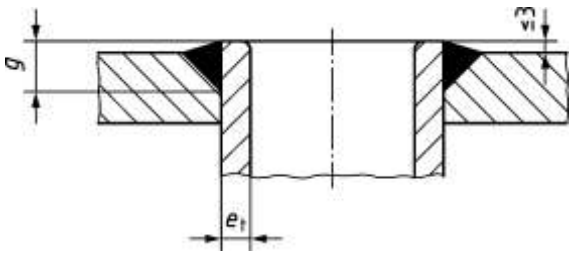
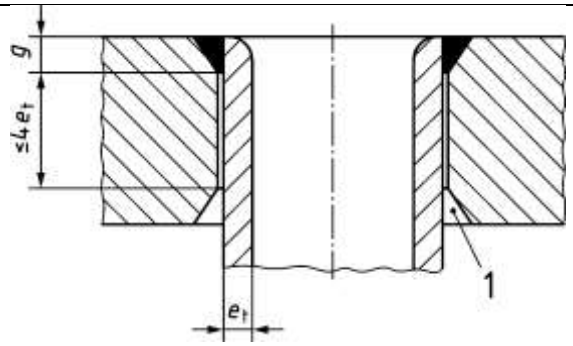
این الزامات به موارد زیر اشاره می‌کند:

- لوله‌های دود جوش شده در زمینه لوله‌ای که در یک وضعیت قراردادند
- لوله‌های دود جوش شده که به عنوان یک لوله مقاوم عمل می‌کنند
- کلیه لوله‌های والس شده

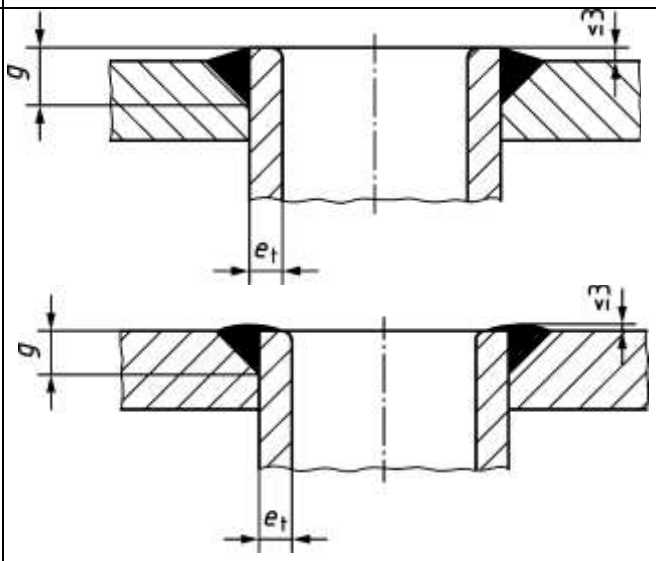
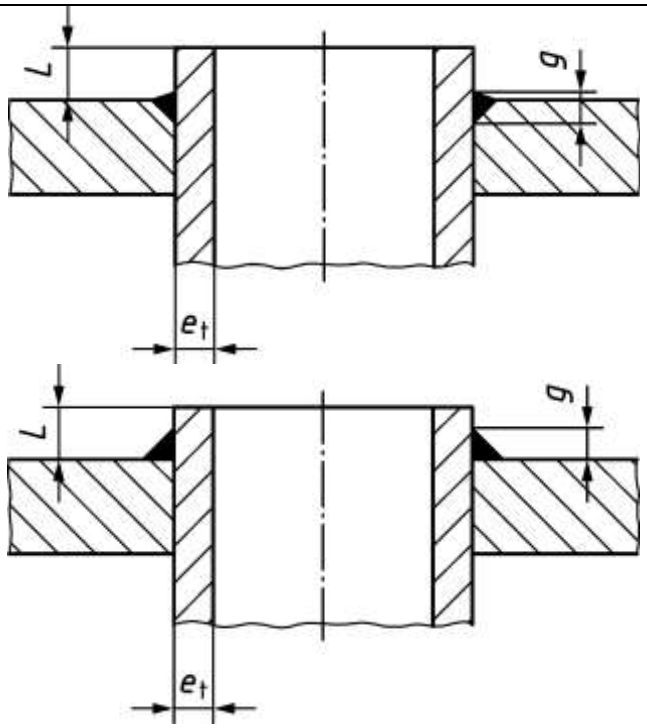
در دماهای ورودی گاز بیش از ^{o}C ۹۰۰، لبه داخلی لوله‌های دود باید گرد یا پخ مورب بشود.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

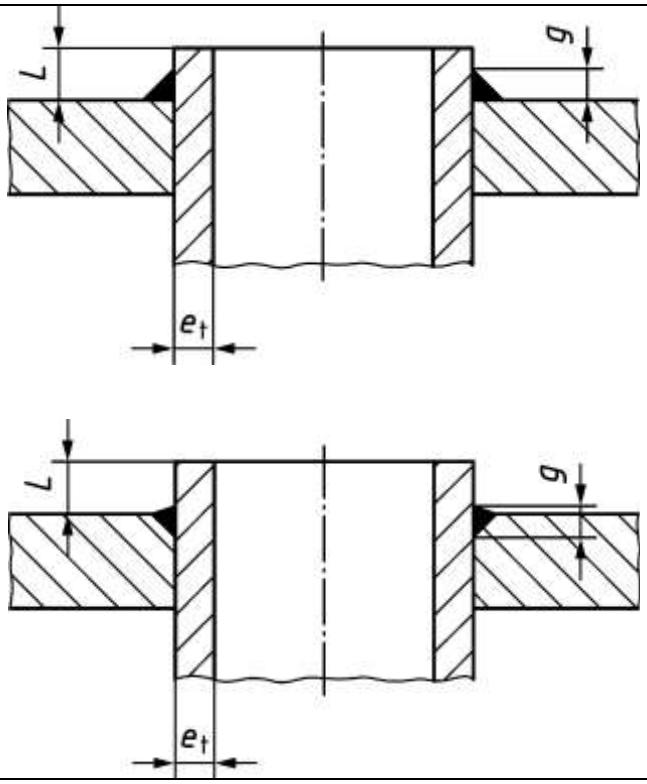
جدول ۸- روش‌های مجاز متصل کردن لوله‌های دود

N° شکل نوع اتصالات	شکل‌ها	شرایط دما	شروط هندسی
الف-کاملا والس‌شده با یا بدون آب‌بندی بیرونی جوش			اگر لوله‌های منبسط‌شده برای تحمل بار طراحی‌شده‌اند (لوله مقاوم‌ها)، استحکام اتصال منبسط‌شده باید به‌وسیله تأیید صلاحیت فرایند تعیین شوند در این حالت، انبساط برای تحمل بارمحوری لوله طراحی می‌شود .
ب- والس شده و جوش شده			$g \geq 1.25\ e_t$ انتهای لوله‌ها باید با جوش هم‌تراز شود. در این حالت انبساط برای اطمینان از تماس کامل بین لوله و صفحه لوله انجام می‌شود. برای لوله‌های دود که به‌عنوان لوله‌های مقاوم عمل می‌کنند افزایش عمق شیار جوش بیش از 2mm به‌منظور برآورده نمودن الزامات بند ۱۲-۴ مجاز می‌باشد
ت- جوش شده با سرد کردن شیار یا جوش شده و والس‌شده با سرد کردن شیار			انتهای لوله‌ها باید با جوش هم‌تراز شود بیشینه بیرون‌زدگی لوله‌ها و جوش از صفحه لوله‌ها 3mm ، باشد. $g \geq 1.25\ e_t$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

N° شکل نوع اتصالات	شکل‌ها	شرایط دما	شروط هندسی
ث- جوش شده یا والس‌شده و جوش شده			انتهای لوله‌ها باید با جوش هم‌تراز شود بیشینه بیرون‌زدگی لوله‌ها و جوش از صفحه لوله‌ها 3 mm، باشد. $g \geq 1.25\ e_t$ $e_h \leq 16$ mm
د-جوش شده		T ورودی <600°C یا T خروجی <700°C	L ≤ 18 mm (≤500°C : L ≤ 25 mm) g ≥ 1/25 e_t

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

N° شکل نوع اتصالات	شکل‌ها	شرایط دما	شروط هندسی
ه- جوش شده یا والس‌شده و جوش شده		T ورودی 600°C>	دیگ‌های بازیافت حرارتی با لوله‌های کامل برای تولید آب داغ $g \geq e_t$ $L \leq 18$ mm (≤500°C : $L \leq 25$ mm)

یادآوری- آماده‌سازی‌های جوش همچنین شیارهای خنک‌کن نشان داده‌شده در تصاویر صرفاً به‌عنوان‌مثال هستند.

راهنما:

g طول اتصال جوشی لوله‌های دود

L بیرون‌زدگی لوله

e_t ضخامت جداره لوله

۱۲-۵ گام لوله‌ها

فاصله سوراخ‌های لوله باید به‌گونه‌ای باشد که کمینه پهنا، برحسب mm، برای هر لیگامنت بین سوراخ‌های لوله، کمتر از موارد زیر نباشد:

الف- برای لوله‌های منبسط‌شده

$0{,}125\,d + 12{,}5$ mm

ب- برای لوله‌های جوش شده

۱- برای دمای گاز ورودی بالاتر از ۸۰۰ °C

$0{,}125\,d + 9$ mm اما نیاز نیست از ۱۵ mm بیشتر شود.

۲- برای دمای گاز ورودی کمتر یا مساوی ۸۰۰ °C

$0{,}125\,d + 7$ mm اما نیاز نیست از ۱۵ mm بیشتر شود

۳- برای دیگ‌های بازیافت حرارتی با لوله پرشده، مولد آب داغ با دماهای ورودی‌که از ۶۰۰ °C بیشتر نیستند (برای مثال مبدل حرارتی پشت موتورهای روغن یا گاز)

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

$0{,}125\,d + 4\ \text{mm}$, اما نیاز نیست از ۱۵ mm بیشتر شود.

۱۲-۶ ضخامت صفحه لوله‌ها در شبکه‌های لوله

ضخامت صفحات لوله باید با استفاده از فرمول‌های (۵۱) و (۵۲) محاسبه شود، اما نباید از موارد ذکرشده در زیر کمتر باشد:

الف- $e_h \geq ۱۲\ \text{mm}$ جائی‌که لوله‌ها درون صفحه لوله والس می‌شوند وقتی قطر سوراخ لوله از ۵۰ mm بیشتر نباشد و یا $e_h \geq ۱۴\ \text{mm}$ ، هنگامی‌که قطر سوراخ لوله بزرگ‌تر از ۵۰ mm باشد یا

ب- $e_h \geq ۱۲\ \text{mm}$ جائی‌که لوله‌ها فقط به‌وسیله جوش به صفحه لوله متصل شده باشند .

۱۳ لوله کوره‌ها، اجزای لوله کوره و محفظه‌های برگشتی استوانه‌ای شکل در معرض فشار خارجی

۱۳-۱ لوله کوره‌ها

۱۳-۱-۱ کوره‌های ساده

فشار محاسباتی کوره‌های ساده باید از فشارهای محاسباتی به‌دست‌آمده از فرمول‌های(۷۴) و (۷۵) کمتر باشد:

$$p_c = \frac{R_{p\,0,2\,tc}}{S_1}\,\frac{2e_{cf}}{d_m}\,\frac{1+0{,}1\,d_m/L}{1+(0{,}03\,d_m/e_{cf})\left[u/(1+5\,d_m/L)\right]} \qquad (۷۴)$$

$$p_c = \frac{2{,}6\,E}{S_2\,L}\left(\frac{e_{cf}}{d_m}\right)^2\sqrt{d_m\,e_{cf}} \qquad (۷۵)$$

فرمول‌های پیشین ممکن است همان‌گونه که در فرمول‌های(۷۶) و (۷۸) نشان داده‌شده برحسب ضخامت بیان شوند. بزرگ‌ترین ضخامت به‌دست‌آمده باید مورداستفاده قرار گیرد، اما ضخامت لوله کوره‌های ساده با قطر کوچک‌تر یا مساوی ۴۰۰ mm نباید از ۶ mm کمتر باشد و برای قطرهای بزرگ‌تر از ۴۰۰ mm، نباید کمتر از ۷ mm باشد. کمینه ضخامت دیواره لوله کوره‌های با بولینگ هوپ نباید کمتر از ۱۰ mm باشد. در هیچ حالتی ضخامت e_{fa} نباید از ۲۲ mm بیشتر شود(به استاندارد ملی ایران ۴-۲۲۱۵۶مراجعه شود)

$$e_{cf} = \frac{B}{2}\left[1+\sqrt{1+\frac{0{,}12\,d_m\,u}{(1+5\,d_m/L)\,B}}\right] \qquad (۷۶)$$

که در آن:

$$B = \frac{p_c\,d_m\,S_1}{2\,R_{p\,0,2\,tc}\,(1+0{,}1\,d_m/L)} \qquad (۷۷)$$

$$e_{cf} = d_m^{0,6}\left[(L\,S_2\,p_c)/(2{,}6\,E)\right]^{0,4} \qquad (۷۸)$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

$$e_{fa} = e_{cf} + c_1 + c_2 \qquad (۷۹)$$

که در آن:

C_2 =۰٫۷۵ (حد مجاز خوردگی)

S_1وS_2 ضرایب ایمنی می‌باشند (به زیربند ۱۳-۱-۳ مراجعه شود)

فرمول‌های (۷۴) الی (۷۹) باید برای لوله کوره‌های با قطر کوچک‌تر یا مساوی ۱۸۰۰ mm به کار گرفته شود. (به زیربند۵-۵-۲ مراجعه شود)

یادآوری- فرمول‌های (۷۴) و(۷۶) بر اساس ملاحظات تغییر شکل پلاستیک می‌باشد. فرمول‌های (۷۵) و (۷۸) بر اساس ملاحظات ناپایداری الاستیک می‌باشد.

۱۳-۱-۲ کوره‌های چین‌دار

فشار محاسباتی لوله کوره‌های چین‌دار باید با استفاده از فرمول(۸۰) تعیین شود ، اما ضخامت e_{fa} نباید کمتر از ۱۰ mmو بیشتر از ۲۲ mm باشد. (به استاندارد ملی ایران شماره ۴-۲۲۱۵۶مراجعه شود)

$$p_c = \frac{R_{p0,2tc}}{S_1}\,\frac{2X_2}{P_{cor}\,d_m}\,\frac{1+0,1d_m/L}{1+\left[\dfrac{X_2\,w\,d_m}{800\,I_1}\,\dfrac{u}{1+(5d_m/L)(e_{cf}/w)^3}\right]} \qquad (۸۰)$$

که در این فرمول d_m قطر میانگین می‌باشد.

یادآوری۱- برای لوله کوره‌های چین‌دار، قطر میانگین برابر است با قطر داخلی به‌علاوه عمق کامل یکی از چین‌ها، یعنی قطر داخلی به‌علاوه w (شکل ۳۹ ملاحظه شود).

یادآوری۲- مقادیر X_2و I_1برای چین‌های طرح فاکس[1] در جداول ۹ و۱۰ ارائه‌شده است.

۱۳-۱-۳ ضرایب ایمنی

اندازه ضرایب ایمنی در شرایط کاری باید به شرح زیر باشد:

S_1=۲٫۵، برای لوله کوره‌ها و ورق‌های راپر که در معرض شعله با $P_C > 0,6$ N/mm^2، یا با $P_C < 0,6$ N/mm^2 و$d_m/L< 0,25$ قرار می‌گیرد.

S_1=۲٫۰، برای لوله کوره و ورق‌های راپر که در معرض شعله با $P_C < 0,6$ N/mm^2 و$d_m/L > 0,25$ قرار می‌گیرد

S_1=۲٫۰، برای لوله کورها و ورق‌های راپر که در معرض شعله نیستند،

S_2=۳٫۰، برای شرایط محاسباتی،

اندازه‌های ضرایب ایمنی در شرایط آزمون باید:

S_{t1}=۱٫۴، برای کلیه لوله کورها و ورق‌های راپر

S_{t2}=۲٫۲، برای کلیه لوله کورها و ورق‌های راپر

1 - Fox corrugations

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۱۳-۱-۴ اجزاء کوره

ضخامت اجزای کوره برای مثال لوله‌های تخلیه خاکستر و اتصالات دهانه سوخت، باید مطابق با زیربند ۱۳-۱-۱ با کمینه ضخامت۱۰ mm و بیشینه ضخامت ۲۲ mm محاسبه شوند، به زیربند 5.9.3 از استاندارد EN 12953-4:2002 مراجعه شود.

جبرانی دریچه‌ها در لوله‌های کوره‌ها باید مطابق با زیربند ۸-۳ باشد، به‌جز در موردی که استفاده از پدهای تقویتی مجاز نباشد.

ضخامت لوله‌های دسترسی باید مطابق با زیربند ۱۳-۱-۱ با کمینه ضخامت ۱۰ mm محاسبه شود.

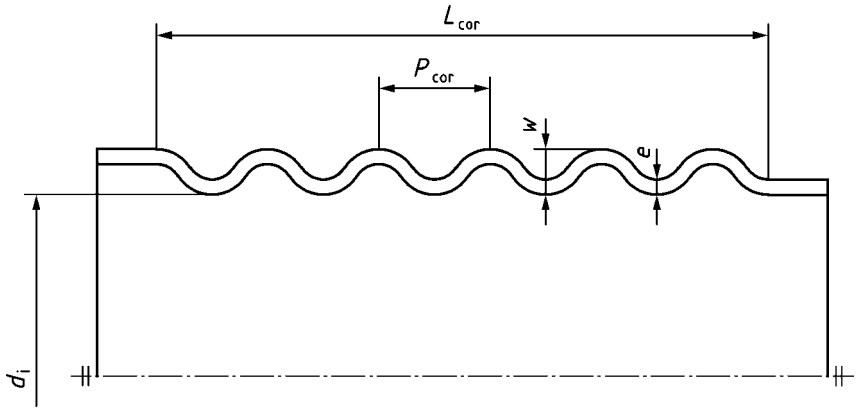
۱۳-۱-۵ محفظه‌های برگشتی

ضخامت پوسته محفظه‌های برگشتی استوانه‌ای باید مطابق با معادلات ارائه‌شده در زیربند۱۳-۱-۱ محاسبه شود. جائی‌که شکل هندسی غیر دایره‌ای با استفاده از صفحاتی با شعاع‌های متفاوت به‌کاربرده می‌شود، ضخامت باید با در نظر گرفتن بیشینه شعاع محاسبه شود.

جائی‌که مقاطع منحنی معکوس به کار گرفته می‌شود، باید بررسی شود که این قسمت‌ها می‌توانند بیشینه فشار مجاز را بدون اینکه تنش طراحی افزایش یابد تحمل کنند و درصورت نیاز، ضخامت به‌طور مناسب افزایش داده شود. روش پیشنهادی در پیوست الف ارائه‌شده است.

ضخامت نباید از ۱۰ mm کمتر باشد و نباید از ۳۵ mm بیشتر شود. چنانچه محفظه برگشتی دایره کامل و بدون استحکام دهنده‌ها باشد کمینه ضخامت زیربند ۱۳-۱-۱ می‌تواند استفاده شود.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

d_i قطر داخلی

e ضخامت دیواره

L_{cor} طول کلی چین

P_{cor} گام چین‌ها

w عمق سرتاسری اسمی چین

شکل ۳۹- سطح مقطع عرضی برای لوله کوره چین‌دار از نوع فاکس

جدول ۹- ممان دوم سطح برای لوله کوره چین دار شده از نوع فاکس (۱۵۰ چین و ۵۰ عمق کلی)

ضخامت دیواره بدون حد مجاز خوردگی	ممان دوم سطح	سطح مقطع عرضی
e_{rf}-c mm	I_1 $۱۰^۴$ mm^4	X_2 $۱۰^۲$ mm^2
۹٫۲۵	۳۵٫۶	۱۶٫۴
۱۰٫۲۵	۳۷٫۷	۱۸٫۰
۱۱٫۲۵	۳۹٫۶	۱۹٫۶
۱۲٫۲۵	۴۱٫۲	۲۱٫۲
۱۳٫۲۵	۴۲٫۷	۲۲٫۸
۱۴٫۲۵	۴۴/۱	۲۴٫۴
۱۵٫۲۵	۴۵٫۳	۲۵٫۹
۱۶٫۲۵	۴۶٫۴	۲۷٫۴
۱۷٫۲۵	۴۷٫۴	۲۸٫۹
۱۸٫۲۵	۴۸٫۳	۳۰٫۴
۱۹٫۲۵	۴۹٫۲	۳۱٫۹
۲۰٫۲۵	۵۰٫۱	۳۳٫۳
۲۱٫۲۵	۵۱٫۰	۳۴٫۸

جدول۱۰- ممان دوم سطح برای لوله چین دار شده از نوع فاکس (۲۰۰ چین و ۷۵ عمق کلی)

ضخامت دیواره بدون حد مجاز خوردگی	ممان دوم سطح	سطح مقطع عرضی
e_{rf}-c mm	I_1 $۱۰^۴$ mm^4	X_2 $۱۰^۲$ mm^2
۹٫۲۵	۱۲۶٫۴	۲۳٫۳
۱۰٫۲۵	۱۳۸٫۹	۲۵٫۷
۱۱٫۲۵	۱۴۷٫۷	۲۸٫۰
۱۲٫۲۵	۱۵۵٫۹	۳۰٫۴
۱۳٫۲۵	۱۶۳٫۵	۳۲٫۶
۱۴٫۲۵	۱۷۰٫۵	۳۴٫۹
۱۵٫۲۵	۱۷۷٫۰	۳۷٫۱
۱۶٫۲۵	۱۸۳٫۰	۳۹٫۴
۱۷٫۲۵	۱۸۸٫۵	۴۱٫۵
۱۸٫۲۵	۱۹۳٫۶	۴۳٫۷
۱۹٫۲۵	۱۹۸٫۴	۴۵٫۸
۲۰٫۲۵	۲۰۲٫۸	۴۸٫۰
۲۱٫۲۵	۲۰۶٫۹	۵۰٫۰

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۱۳-۲ محاسبه طول لوله کوره‌های ترکیبی

موقعی‌که طول بخش ساده کوره چین‌دار بیش از ۲۵۰ mm باشد، مجموع طول هر دو قسمت باید برای محاسبه ضخامت قسمت کوره چین‌دار استفاده شود و ۱٫۵ برابر طول قسمت ساده باید برای محاسبه ضخامت قسمت ساده استفاده شود.

۱۳-۳ رواداری‌های لوله کوره‌ها

برای لوله کوره‌های چین‌دار، ضخامت دیواره محاسبه‌شده باید کمینه ضخامت لوله کوره‌ها بعد از چین‌دار شدن باشد.

انحراف از دایره‌ای بودن u لوله کوره‌ها و محفظه‌های برگشتی باید با استفاده از فرمول (۸۱) محاسبه شود.

$$u = \frac{2\left(\hat{d} - \breve{d}\right)}{\hat{d} + \breve{d}} \times 100 \qquad (۸۱)$$

که در آن:

$\hat{d}$ بیشینه قطر متوسط کوره می‌باشد.

$\breve{d}$ کمینه قطر متوسط لوله کوره می‌باشد.

برای مشاهده اندازه‌های رواداری لوله‌های کوره به استاندارد ملی ایران شماره ۴-۲۲۱۵۶ مراجعه شود.

اندازه u در فرمول‌های (۷۴) ، (۷۶) و (۸۰) برای لوله کوره‌های چین‌دار باید ۱٪و برای لوله کوره‌های ساده ۱٫۵٪ در نظر گرفته شود .

۱۳-۴ حلقه‌های تقویتی

۱۳-۴-۱ کلیات

حلقه تقویتی جوش شده به لوله کوره‌ها باید ازنظر برآورده نمودن الزامات این استاندارد مورد توجه قرار گیرند و نیازی به محاسبات ندارند مشروط بر اینکه $2e \le b$ و $5e \le h \le 6b$ مطابق با شکل‌های ۴۰ و ۴۱ باشند.

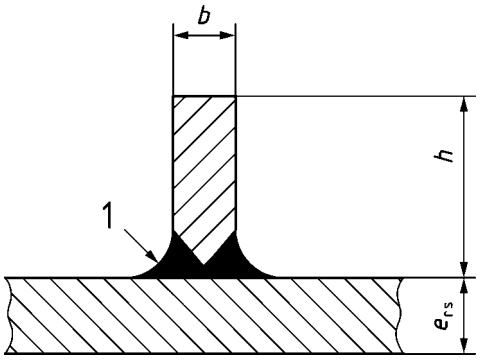
حلقه‌های تقویتی‌که با شکل‌های ۴۰ و۴۱ مطابقت ندارند، باید دارای ممان دوم سطحی باشند که از مقدار ارائه‌شده در فرمول (۸۲) زیر کمتر نباشد:

$$I_2 = \frac{p_c\, d_m^3\, L}{1{,}33 \times 10^6} \qquad (۸۲)$$

ممان دوم مقطع حلقه تقویتی پیرامون محور خنثیI_2، ازجمله طولی از لوله کوره برابر با $0.55\sqrt{d_m e_{cf}}$ در هر دو طرف حلقه تقویتی ، باید با مقطع حلقه تقویتی در محاسبات در نظر گرفته شود.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

ابعاد برحسب میلی‌متر



راهنما:

b ضخامت حلقه تقویتی

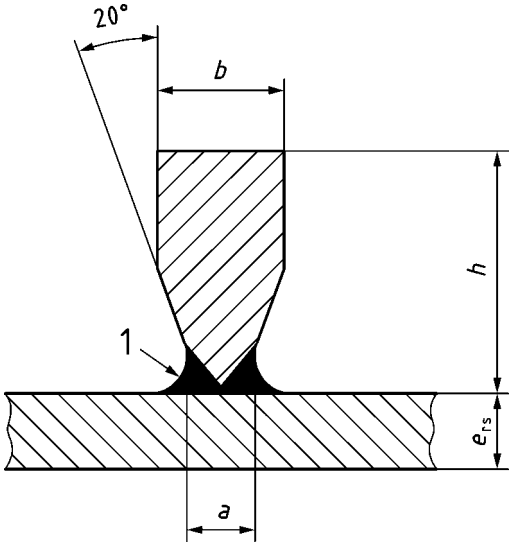
e_{rs} ضخامت دیواره

h ارتفاع حلقه تقویتی

1 جوش نفوذی کامل پیوسته

شکل۴۰- حلقه تقویتی باضخامت تا و شامل۲۲ mm برای مقاطع ساده و چین‌دار

ابعاد برحسب میلی‌متر



راهنما:

a ضخامت دیواره حلقه تقویتی در نقطه اتصال≥22mm

b ضخامت حلقه تقویتی

e_{rs} ضخامت دیواره

h ارتفاع حلقه تقویتی

1 جوش نفوذی کامل پیوسته

شکل ۴۱- حلقه‌های تقویتی کوره ضخیم‌تر از۲۲ mm برای مقاطع چین‌دار و ساده

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۱۳-۴-۲ مقاطع استحکام دهنده ساخته‌شده از میله یا ورق

مقاطع استحکام دهنده ساخته‌شده از میله یا ورق باید به‌وسیله جوش‌های نفوذی کامل متصل شوند.
ضخامت حلقه استحکام دهنده باید با کمینه مقدار الزام شده در زیربند۱۳-۴-۱حفظ شود. اگر این مقدار از ۲۲mm یا دو برابر ضخامت کوره بیشتر شود باید همانطورکه در شکل۴۱ نشان داده‌شده، شیب‌دار شود.
نیازی نیست که سفت‌کننده‌هایی از همان مواد مورداستفاده برای کوره، ساخته شوند اما باید دارای مدول الاسیسیته و ضریب انبساط خطی مشابه ای با مواد کوره باشند. جنس حلقه‌های استحکام دهنده باید از موادی که در استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۲۱۵۶ تعیین‌شده، انتخاب شوند.
جوش‌های نفوذی کامل باید برای اتصال استحکام دهنده‌ها به لوله‌های کوره استفاده شود.

۱۳-۴-۳ استحکام دهنده‌هایی که درون منطقه‌ای از بالاترین شار حرارتی قرار می‌گیرند

درصورتی‌که استحکام دهنده‌ها به لوله کوره‌هایی باضخامت بیش از ۱۱ mm، جوش شوند نباید در ناحیه بالاترین شار حرارتی قرار داده شوند. ناحیه بالاترین شار حرارتی باید برای گستره‌ای با طولی مساوی با ۲ برابر کمینه قطرهای کوره مورد نیاز مطابق با بخش ۵-۵ از نوک مشعل یا تا انتهای آتشدان، هرکدام که قابل‌اجرا باشد در نظر گرفته شود.
یادآوری- اعمال الزامات زیربند ۱۳-۴-۳ برای دیگ‌های با توان حرارتی ورودی کمتر ازMW ۲ ضرورتی ندارد.

۱۳-۴-۴ بولینگ هوپ[1]

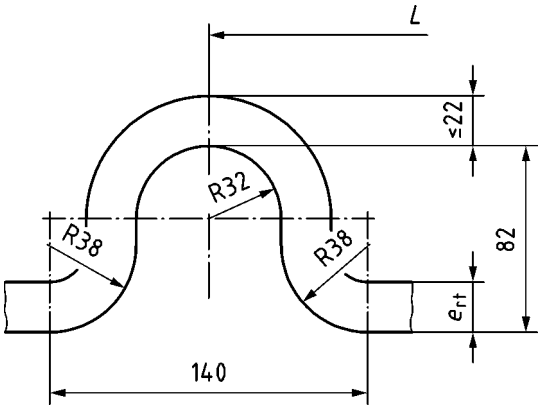
بولینگ هوپ‌ها باید به‌عنوان نقاط مؤثر تکیه‌گاهی در نظر گرفته شوند. کمینه گام مراکز بولینگ هوپ‌ها و فاصله بین بولینگ هوپ و یک نقطه تکیه‌گاهی ثابت برای انجام محاسبات باید به‌اندازه یک‌سوم قطر داخلی کوره در نظر گرفته شود اما نباید کمتر ازmm ۵۰۰ باشد. درصورتی‌که بولینگ هوپ‌ها استفاده می‌شود، ضخامت کوره باید مطابق با زیر بند ۱۳-۱-۱ محاسبه شود.
در محاسبات زیربند۱۳-۱-۱ برای لوله کوره‌های تقویت‌شده توسط بولینگ هوپ‌ها، اندازه L باید ۱٫۵ برابر طول واقعی بین مراکز بولینگ هوپ در نظر گرفته شود.
ممان دوم سطح بولینگ هوپ‌ها در جداول ۴۲ الف تا پ ارائه‌شده است. ممان دوم سطح بولینگ هوپ باید بزرگ‌تر یا مساوی آنچه توسط فرمول (۸۲) محاسبه می‌شود، باشد و L باید به‌عنوان طول واقعی بین بولینگ هوپ در نظر گرفته شود.
ضخامت اسمی دیواره بولینگ هوپ‌ها نباید از ضخامت اسمی دیواره لوله کوره‌های ساده که به هم متصل می‌شوند، کمتر باشد.

1-Bowling hoops

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

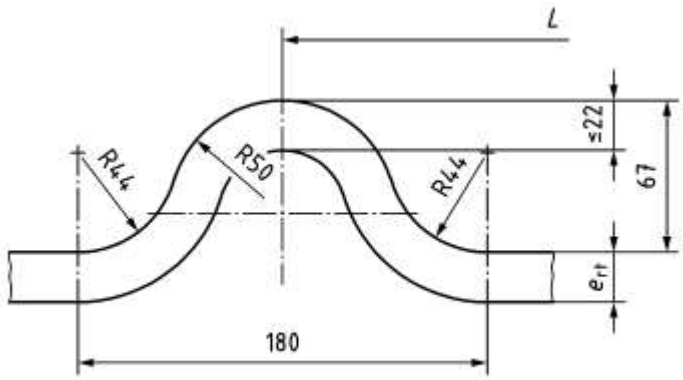
ابعاد برحسب میلی‌متر

ضخامت دیواره بدون حد مجاز خوردگی	ممان دوم سطح
e_{rt}-c mm	I_2 $۱۰^{۶}$ mm^4
۹٫۲۵	۱٫۹۰
۱۰٫۲۵	۲٫۱۱
۱۱٫۲۵	۲٫۳۲
۱۲٫۲۵	۲٫۵۳
۱۳٫۲۵	۲٫۷۴
۱۴٫۲۵	۲٫۹۶
۱۵٫۲۵	۳٫۱۸
۱۶٫۲۵	۳٫۴۰
۱۷٫۲۵	۳٫۶۲
۱۸٫۲۵	۳٫۸۵
۱۹٫۲۵	۴٫۰۸
۲۰٫۲۵	۴٫۳۱
۲۱٫۲۵	۴٫۵۵



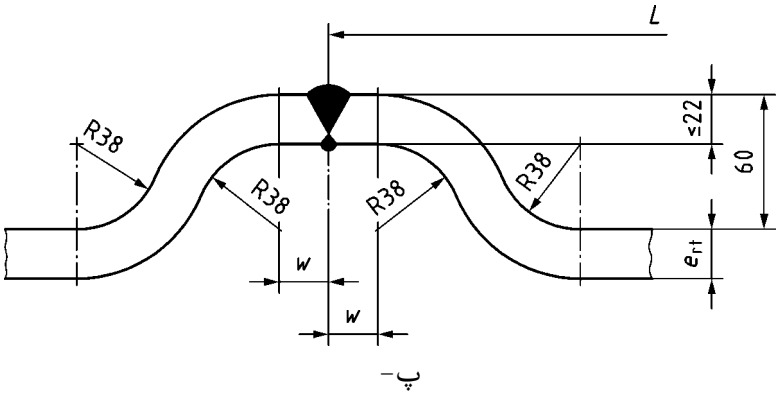
الف-

ضخامت دیواره بدون حد مجاز خوردگی	ممان دوم سطح
e_{rt}-c mm	I_2 $۱۰^{۶}$ mm^4
۹٫۲۵	۱/۳۰
۱۰٫۲۵	۱/۴۴
۱۱٫۲۵	۱/۵۹
۱۲٫۲۵	۱/۷۴
۱۳٫۲۵	۱/۹۰
۱۴٫۲۵	۲/۰۴
۱۵٫۲۵	۲/۲۰
۱۶٫۲۵	۲/۳۶
۱۷٫۲۵	۲/۵۲
۱۸٫۲۵	۲/۶۸
۱۹٫۲۵	۲/۸۴
۲۰٫۲۵	۳/۰۱
۲۱٫۲۵	۳/۱۸



ب-

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



ضخامت دیواره بدون حد مجاز خوردگی	ممان دوم سطح
e_{rt}-c mm	I_2 $۱۰^۶$ mm^4
۹٫۲۵	۱/۱۴
۱۰٫۲۵	۱/۲۸
۱۱٫۲۵	۱/۴۱
۱۲٫۲۵	۱/۵۵
۱۳٫۲۵	۱/۷۰
۱۴٫۲۵	۱/۸۶
۱۵٫۲۵	۲/۰۴
۱۶٫۲۵	۲/۲۲
۱۷٫۲۵	۲/۴۱
۱۸٫۲۵	۲/۶۰
۱۹٫۲۵	۲/۸۰
۲۰٫۲۵	۳/۰۱
۲۱٫۲۵	۳/۲۲

راهنما:

e_{rt} ضخامت واقعی دیواره لوله بدون حدود مجاز

L فاصله بین دونقطه مؤثر تکیه‌گاه کوره

W عمق کلی اسمی چین

یادآوری - $W=e_{rt}-c$ اما کمتر از ۱۳ نباشد.

شکل ۴۲- بولینگ هوپ

۱۴ دریچه‌های دسترسی و بازرسی

۱۴-۱ الزامات کلی

۱۴-۱-۱ به‌منظور اجازه دسترسی کافی برای ساخت، تمیزکاری و بازرسی داخلی، تمامی دیگ‌ها باید با دریچه‌های مناسب ازنظر اندازه و تعداد، ساخته شوند. ابعاد دریچه‌ها باید مطابق با زیربند ۱۴-۲ باشد.

۱۴-۱-۲ دیگ‌های با قطر پوسته

الف- بزرگ‌تر یا مساوی ۱۴۰۰ mm ($d_o \geq 1400$ mm) باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که اجازه ورود شخص به داخل دیگ را بدهد و بدین منظور باید با یک سوراخ آدم‌رو ساخته شوند.

ب- بین ۱۴۰۰ mm ($d_o < ۱۴۰۰$) و ۸۰۰ mm باید با یک سوراخ سر رو به‌عنوان یک الزام کمینه‌ای تعبیه شود.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

پ- کوچک‌تر از mm ۸۰۰، مجاز هستند تا با ابزار جایگزینی برای اجرای بازرسی‌های داخلی طراحی شوند. این ابزار می‌تواند به شکل سوراخ‌هایی باشد(دریچه سر رو، دسترسی از طریق اتصالات فلنجی، لوله‌های جداشونده از نازل‌ها و غیره باشد)، جائی‌که استفاده از فنون بازرسی چشمی از دور برای مثال آندوسکوپی بتواند استفاده شود.

۱۴-۱-۳ برای دیگ‌های مشخص، جائی‌که فضاهای داخلی به‌طور کامل توسط سطوح حرارتی پرشده است (برای مثال لوله‌های دود، مانند دیگ‌های آب داغ) نصب انواع جایگزین دریچه‌های بازرسی برای فراهم نمودن امکان دسترسی به سطوح بالایی دیگ مجاز می‌باشد. این کار می‌تواند به‌وسیله فراهم نمودن پدهایی با فلنج‌های کورکن یا لوله‌کشی قابل جداشدن در اتصالات نازل انجام شود. همچنین تجهیزات بازرسی چشمی از دور RVI[1] در صورت مناسب بودن برای این کار می‌توانند استفاده شوند. تعداد و اندازه دریچه‌های بازرسی جایگزین باید کفایت لازم را جهت دسترسی چشمی کافی برای سطوح داخلی بالای دیگ داشته باشد.

۱۴-۱-۴ تعداد، اندازه و موقعیت دریچه‌های بازرسی و دسترسی باید مطابق با طراحی دیگ برای اطمینان از اینکه آزمون چشمی مناسبی از درزهای جوش توسط این دریچه‌ها امکان‌پذیر است متفاوت باشد.

۱۴-۲ انواع و کمینه ابعاد دریچه‌های بازرسی و دسترسی

شکل دریچه‌های بازرسی می‌تواند به‌صورت دایره‌ای یا بیضوی باشد.

الف- دریچه‌های دست رو (به شکل ۴۳ت مراجعه شود)

ابعاد دریچه دست رو برای تمیزکاری نباید کمتر از mm ۱۰۰ × mm ۸۰ باشد یا باید دارای قطر داخلی mm ۱۰۰ باشد.

ابعاد دریچه دست رو برای بازرسی نباید کمتر از mm ۱۵۰ × mm ۱۰۰ باشد یا باید دارای قطر داخلی mm ۱۲۰ باشد. ارتفاع گلویی یا حلقه h_t نباید از mm ۶۵ و یا در صورت مخروطی بودن آن از mm ۱۰۰ بیشتر شود.

ب- دریچه‌های سر رو (به شکل ۴۳ پ مراجعه شود)

ابعاد دریچه‌های سر رو نباید از mm ۳۲۰ × mm ۲۲۰ کمتر باشد یا باید دارای قطر داخلی mm ۳۲۰ باشد. ارتفاع گلویی یا حلقه h_t نباید از mm ۱۰۰ یا در صورت مخروطی بودن آن از mm ۱۲۰ بیشتر شود.

پ- دریچه‌های آدم‌رو(به شکل‌های ۴۳ الف، ب، ث مراجعه شود)

ابعاد دریچه‌های آدم‌رو نباید از mm ۴۲۰ × mm ۳۲۰ کمتر باشد یا باید دارای قطر داخلی mm ۴۲۰ باشد. ارتفاع گلویی یا حلقه h_t نباید از mm ۳۰۰ بیشتر شود.

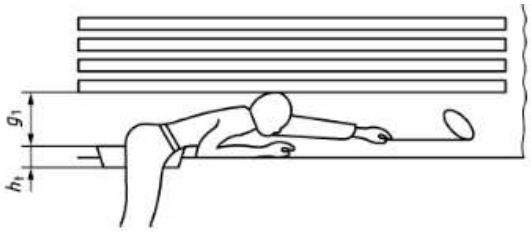
ت- نازل برای بازرسی چشمی از دور(RVI)

نازل‌های مورداستفاده در بازرسی چشمی از دور نباید کمتر از DN50 باشند.

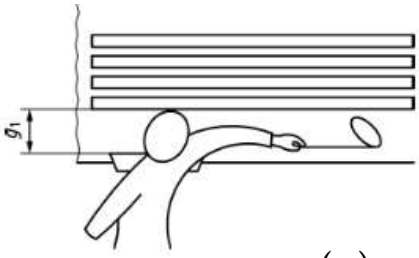
تمامی ابعاد برحسب میلی‌متر

1- Remote Vitual Inspection

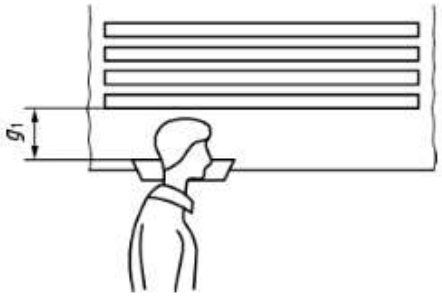
azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



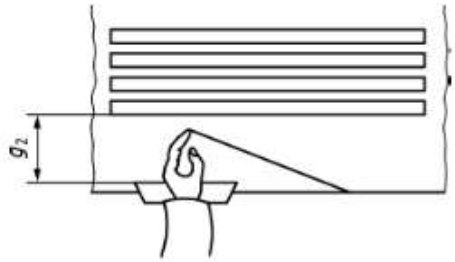
(الف)



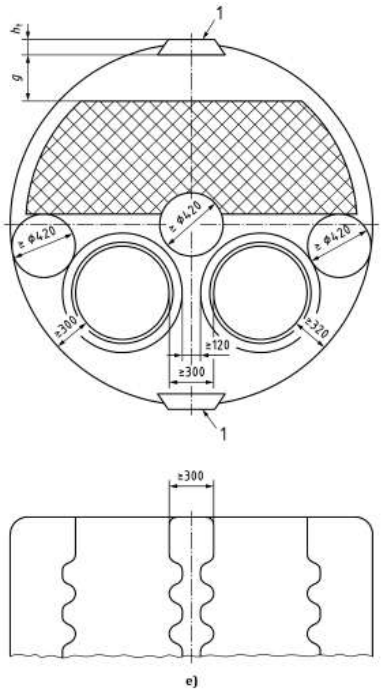
(ب)



(پ)



(ت)



(ث)

راهنما:

g_2, g_1, g ارتفاع تمیز کاری

h_t ارتفاع حلقه دریچه

1 سوراخ آدم رو

یادآوری۱- ابعاد و فواصل برای دریچه های دسترسی و بازرسی h_t ،g_1 و g_2 را در جدول ۱۱ ببینید

یادآوری۲- h_t برای شکل های ۴۳ الف، ب، پ و ت قابل کاربرد است.

یادآوری۳- برای اندازه سوراخ آدم رو و ابعاد g به جدول ۱۱مراجعه شود.

یادآوری۴- شکل فرعی ث مثالی مطابق با زیربند ۱۴-۵-۲ را نشان می دهد.

شکل ۴۳- دریچه هایی برای دسترسی و بازرسی

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

جدول ۱۱- دریچه‌هایی برای دسترسی و بازرسی

نوع	h_t	g	g_1	g_2	شکل‌ها
دریچه آدم‌رو(mm) ۳۲۰×۴۲۰	۳۰۰	۴۰۰	۳۲۰	-	۴۳ الف- ث
دریچه سر رو	۱۰۰	-	۱۵۰	-	۴۳ پ
دریچه دست رو	۶۵			۱۵۰	۴۳ ت
نازل برای بازرسی چشمی از دور	-	-	-	-	-

g بزرگ‌تر یا مساوی فاصله موردنیاز بین لبه پائین تر حلقه دریچه و اجزای داخلی دیگ برای اجازه دسترسی انسان

$g1$ بزرگ‌تر یا مساوی فاصله موردنیاز بین لبه پائین تر حلقه دریچه و اجزای داخلی دیگ برای اجازه دسترسی با سر با استفاده از سوراخ‌های آدم‌رو یا سرو

$g2$ بزرگ‌تر یا مساوی فاصله موردنیاز بین لبه پائین تر حلقه دریچه و اجزای داخلی دیگ برای استفاده به‌عنوان یک سوراخ دست رو (یعنی بازرسی با آیینه)

h_t کوچک‌تر یا مساوی ارتفاع حلقه دریچه

یادآوری- برای الزامات بیشتر به زیربند ۱۴-۵ مراجعه شود.

۱۴-۳ کمینه پهنای نشیمنگاه واشر و حد مجاز برای درهای بازرسی و دسترسی

درهای بازرسی و دسترسی که از داخل تحت‌فشار بوده نیروی فشاری از داخل دیگ به واشر تخت اعمال می‌شود باید کمینه پهنای نشیمنگاه آن‌ها برای دریچه آدم‌رو و سر رو ۱۵ mm باشد برای دریچه‌های دست‌رو این مقدار می‌تواند تا ۱۰ mm کاهش یابد. مقدار فضای آزاد بین چارچوب در و برجستگی یا فرورفتگی محل نشیمنگاه واشر، نباید از ۳ mm بیش‌تر شود، یعنی ۱٫۵ mm از هر طرف و عمق محل برجستگی نشیمنگاه باید جهت گیرکردن واشر کافی باشد.

۱۴-۴ دریچه‌های دسترسی و بازرسی در صفحه‌های تخت

درصورتی‌که دریچه‌های بازرسی و دسترسی در صفحات تخت قرار گیرند، دریچه‌ها باید به‌طور مناسبی تقویت شوند (به شکل ۳۴مراجعه شود).

۱۴-۵ الزاماتی برای محل ورود به دیگ‌هایی با قطر خارجی پوسته بزرگ‌تر از ۱۴۰۰ mm

۱۴-۵-۱ فضای قابل‌دسترسی در منطقه ورودی در جهت محور دیگ که مطابق با استاندارد EN13445-3 در راستای دیگ اجرا می‌شود باید دست‌کم شامل سطح مقطعی متناظر با اندازه قطر ۶۰۰ mm باشد. چنانچه این فضا شامل یک دایره محاطی با کمینه قطر ۴۲۰ mm و فضاهای گوه‌ای شکل مجاور که آزادی کافی حرکت را تضمین می‌نماید، باشد این الزام رضایت‌بخش تلقی می‌شود. هنگام ورود در امتداد کف دیگ (یا در وضعیت‌های مشابه حرکت برای مثال در بالای مجموعه لوله‌ها) همچنین هنگام بالا رفتن از طریق دریچه آدم‌رو پایینی (مطابق شکل ۴۳ث) یا دریچه آدم‌رو بالایی(مطابق شکل ۴۳ الف) باشد ودرصورتی که عرض فضای ورودی (چنانچه گوه‌ای‌کردن[1] امکان‌پذیر باشد) دست‌کم ۶۰۰ mm باشد یک ارتفاع ۴۰۰ mm بین پوسته دیگ (اطراف دریچه آدم‌رو) و مجموعه لوله در محل ورودی در جهت محور باید کافی باشد. برای

1- Wedge shaped

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

فضاهای کوچک‌تر، فقط قسمت بالایی بدنه یا کلگی نیاز به ورودی دارد همان‌طور که در شکل ۴۳ ث نشان داده‌شده است.

۱۴-۵-۲ چنانچه عبور از یک فضای بازرسی به فضای دیگر و فاصله فضای جانبی ضروری باشد، داشتن فضایی بافاصله دست‌کم ۳۰۰mm در باریک‌ترین محل باید کافی باشد.(به شکل ۴۳ ث مراجعه شود)

۱۴-۶ قابلیت دسترسی و ترتیب قرارگیری دریچه‌های بازرسی و ورودی

تمامی دریچه‌های بازرسی و ورودی باید در دسترس بوده یا باید باقابلیت دسترسی آسان ساخته شوند. هنگام نصب پمپ‌ها، شیرآلات، سوپرهیترها، ساختمان چارچوب‌ها، فونداسیون و غیره باید قابلیت دسترسی دریچه‌ها در نظر گرفته شود. در هر حالت ترتیب قرارگیری دریچه بازرسی و ورودی در راستای محور دیگ یا عمود بر آن باید به‌گونه‌ای باشد تا شرایط مطلوب برای بازرسی تا حد امکان ایجاد شود.

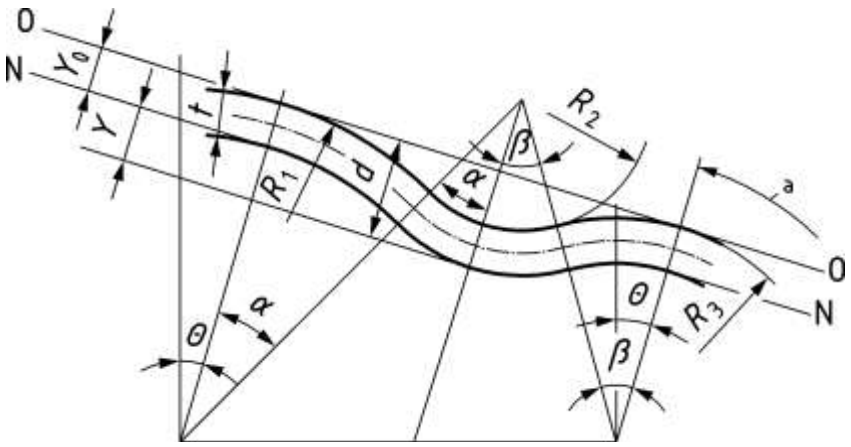
azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

فرم محاسباتی برای مقاطع منحنی شکل یا چین‌های برگشتی نوع واکر

فرم کار پیشنهادی، روشی است که با استفاده از آن فشار تحمل انحنای معکوس محفظه‌های برگشتی غیردایره‌ای می‌تواند همان‌گونه که در زیربند ۱۳-۱-۵ الزام شده محاسبه شوند.

فشار طراحی $=N/mm^2$	کمینه مطابق با زیربند ۱۳-۱-۱ اما نباید کمتر از t باشد.[a]
دمای طراحی $=\ ^oC$	
تنش طراحی f $=N/mm^2$	
R_1 = mm	
R_2 = mm	
R_3 = mm	
b = mm	
t = mm (خورده شده)	
L فاصله بین مراکز پایه ($\leq 4\sqrt{2Rt}$) جاییکه R بزرگ‌تر از R_1 یا R_3 باشد.	

$r_1 = R_1 - t/2 =$ mm	$r_2 = R_2 + t/2 =$ mm	$r_3 = R_3 - t/2 =$ mm

$$\Theta = \sin^{-1}\left(\frac{r_1 - r_3}{b}\right) = \ ^o$$

$$\alpha = 90 - \cos^{-1}\left[\frac{(r_1+r_2)^2 + b^2 - (r_2+r_3)^2}{2(r_1+r_2)b}\right] - \Theta = \ ^o$$

$$\beta = 90 - \cos^{-1}\left[\frac{(r_2+r_3)^2 + b^2 - (r_1+r_2)^2}{2(r_2+r_3)b}\right] + \Theta = \ ^o$$

$$d = r_2 - (r_1+r_2)\cos\alpha + r_1 + t = \text{mm}$$

برای موقعیت‌های مراکز ثقل-

$$Y_1 = r_1 + t/2 - \frac{\sin\alpha}{\alpha} \times \frac{2}{3}\left[\frac{(r_1+t/2)^3 - (r_1-t/2)^3}{(r_1+t/2)^2 - (r_1-t/2)^2}\right]\frac{180}{\pi} = \text{mm}$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

$Y_2=d-r_2-t/2+\frac{\sin\alpha}{\alpha}\times\frac{2}{3}\left[\frac{(r_2+t/2)^3-(r_2-t/2)^3}{(r_2+t/2)^2-(r_2-t/2)^2}\right]\frac{180}{\pi}=$	mm
$Y_3=d-r_2-t/2+\frac{\sin\beta}{\beta}\times\frac{2}{3}\left[\frac{(r_2+t/2)^3-(r_2-t/2)^3}{(r_2+t/2)^2-(r_2-t/2)^2}\right]\frac{180}{\pi}=$	mm
$Y_4=r_3+t/2-\frac{\sin\beta}{\beta}\times\frac{2}{3}\left[\frac{(r_3+t/2)^3-(r_3-t/2)^3}{(r_3+t/2)^2-(r_3-t/2)^2}\right]\frac{180}{\pi}=$	mm
باتوجه به مناطق هر بخش-	
$a_1=r_1\,\alpha\,\frac{t\,\pi}{180}=$ mm^2	$a_3=r_2\,\beta\,\frac{t\,\pi}{180}=$ mm^2
$a_2=r_2\,\alpha\,\frac{t\,\pi}{180}=$ mm^2	$a_4=r_3\,\beta\,\frac{t\,\pi}{180}=$ mm^2
$A=\Sigma_a=$ mm^2	
ممان ها حول ۰-۰	
$Y_0=\frac{a_1Y_1+a_2Y_2+a_3Y_3+a_4Y_4}{\Sigma_a}=$ mm	$Y=d-Y_0=$ mm
برای ممان اینرسی‌های دوم سطح حول محور خنثی N-N	
$I_1=\left[\frac{\alpha\,\pi}{90}+\sin 2\alpha\right]\times\left[\frac{(r_1+t/2)^4-(r_1-t/2)^4}{16}\right]-a_1(r_1+t/2-Y_1)^2+a_1(Y_0-Y_1)^2=$ mm^4	
$I_2=\left[\frac{\alpha\,\pi}{90}+\sin 2\alpha\right]\times\left[\frac{(r_2+t/2)^4-(r_2-t/2)^4}{16}\right]-a_2(r_2+t/2-d+Y_2)^2+a_2(Y_2-Y_0)^2=$ mm^4	
$I_3=\left[\frac{\beta\,\pi}{90}+\sin 2\beta\right]\times\left[\frac{(r_2+t/2)^4-(r_2-t/2)^4}{16}\right]-a_3(r_2+t/2-d+Y_3)^2+a_3(Y_3-Y_0)^2=$ mm^4	
$I_n=\Sigma I=$ mm^4	
$I_n=\Sigma I=$ mm^4	
$P_{max}=\frac{8\,f\,I_n}{Y\,L^2\,b\cos\Theta}=$ N/mm^2	
اگر $P_{max}>P_{design}$ بنابراین مقطع در نظر گرفته‌شده قابل‌قبول است	

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

پیوست ب
(الزامی)
دمای محاسباتی کوره

ب-۱ محاسبه بیشینه و متوسط دمای دیواره کوره

درصورتی‌که دمای ماده مطابق با فرمول ب-۲ بیش از $420^{\circ}C$ باشد خزش باید در محاسبه استحکام با توجه به بند ۱۳ در نظر گرفته شود.محاسبات مربوط به بند۱۳ باید برای هردوی $R_{P0.2tc}$ و $R_{m/100000/tc}$ انجام شود.

بیشینه دمای کوره $\vartheta_{m;f}$ [°C] در سطح داخلی:

$$\vartheta_{m;f} = \vartheta_W + \varphi_1 \text{ x } (1/h + e_s/\lambda_s + e_{fa}/\lambda) \quad \text{(ب-۱)}$$

دمای کوره در وسط ضخامت دیواره ϑ_{mg} [°C] :

$$\vartheta_{mg} = \vartheta_{m;f} - 0{,}5 \text{ x } \varphi_1 \text{ x } e_{fa}/\lambda \quad \text{(ب-۲)}$$

که در آن:

ϑ_W [°C] دمای اشباع PS

φ_1 [W/mm²] بیشینه سطح شار حرارت

$$\varphi_1 = k \text{ x } \eta \text{ x } \Phi_b / A \quad \text{(ب-۳)}$$

با محدودیت بیشترین $0{,}33$ W/mm²

k [-] : اثر مقابله (نرخ بین بیشینه و میانگین شار حرارتی در دیواره کوره)

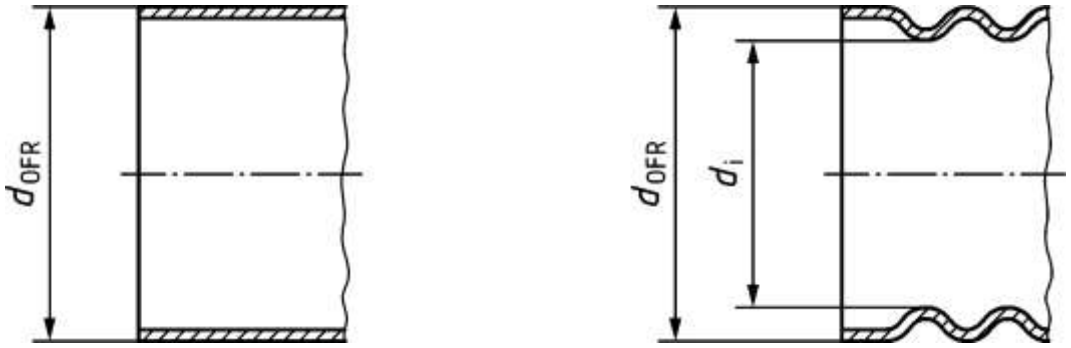
$$\text{Oil:} k = 0{,}93 + 0{,}16 \times l / D_g + 0{,}008 \times (l / Dg)^2 \quad \text{(ب-۴)}$$

$$\text{Gas:} k = 1 + 0{,}1 \times l / D_g \quad \text{(ب-۵)}$$

D_g (mm) محاسبه قطر کوره (به شکل ب-۱ مراجعه شود)

l (mm) طول کوره (به شکل ب-۲ مراجعه شود)

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

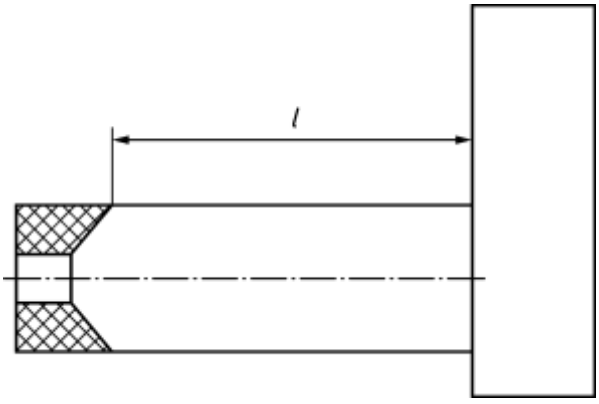


راهنما:

d_i قطر داخلی

D_{OFR} قطر خارجی

شکل ب-۱ محاسبه قطر کوره $D_g=d_{OFR}$ با رعایت $D_g=(D_{ofr}+d_i)0/5$



راهنما:

l طول آزاد کوره

شکل ب – ۲ طول آزاد کوره

η [-]: بازده کوره

$$\eta = (\vartheta_{f;th} - \vartheta_{f;e}) / \vartheta_{f;th} \quad \text{(ب-۶)}$$

$\vartheta_{f;e}$ [°C] : دمای شعله در انتهای محفظه احتراق (به شکل ب-۲ مراجعه شود)

$$\vartheta_{f;e} = 0/5 \{[2\ (u^2 + 4\ m\ (\vartheta_{f;th} + 273°C))^{0/5} - u]^{0/5} - u^{0/5}\} - 273\ °C \quad \text{(ب-۷)}$$

m [°C^3]: پارامترهای سرویس

$$m = 1 / (\varepsilon \times \sigma \times \vartheta_{f;th}) \times \Phi_b / A \quad \text{(ب- ۸)}$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

σ [$W/mm^2 K^4$]: $5{,}67\ 10^{-14}$ ثابت استفان-بولتزمن

ε [-]: ضریب نشر(به جدول ب-۱ مراجعه شود)

$\vartheta_{f;th}$ [°C]:درجه حرارت تئوری شعله (به جدول ب–۱ مراجعه شود)

جدول ب- ۱- ضریب نشر – دما تئوری شعله

سوخت	$\vartheta_{f;th}$ [°C]	ε
نفت	2 050	0٫7
گاز	1 950	0٫5

Φ_b [W] توان حرارتی اشتعال ورودی W $\Phi_b = H \times 10^{-6}$

A [mm^2] سطح کوره

$$A = \pi \times D_g \times (l + 0{,}25 \times D_g) \quad (ب - ۹)$$

u [$°c^2$] پارامتر سرویس

$$u = \{(a + 1)^{1/3} - (a - 1)^{1/3}\} \times (0{,}5 \times m^2)^{1/3} \quad (ب-۱۰)$$

a : پارامترهای سرویس

$$a = \{1 + [256 \times (\vartheta_{f;th} + 273°C)^3] / (27 \times m)\}^{0.5} \quad (ب-۱۱)$$

h[$W/mm^2 K$]: ضریب انتقال حرارتی در کوره: آب (معمولاً h=0٫018W/mm^2K)

e_s(mm): پوشش کوره (معمولاً کمینه بار e_s=0٫1mm PS≤20 و کیفیت آب مطابق با استاندارد EN 12953-10 باشد.

λ_s[W/mm K] : ضریب انتقال حرارتی از ماده پوشش کوره

از مقیاس بویلر $\lambda_s = 0{,}001\ 2$ W/mm K

e_{fa}(mm) : ضخامت محاسبه‌شده دیواره کوره با حدود مجاز

جدول ب-۲- ضریب هدایت حرارتی λ در W/mm K تابعی از دما

	20 °C	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C
P265GH P295GH P355GH	0٫0547	0٫0538	0٫0505	0٫0470	0/0435	0٫0400

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

پیوست پ
(آگاهی دهنده)
محاسبه درجه حرارت صفحه لوله

پ-۱ کلیات

این پیوست روشی برای محاسبه دمای سطح داغ فلز و دمای متوسط (طراحی) صفحه لوله‌های درون شبکه لوله فراهم می‌کند.

در این محاسبات، شرایط انتقال حرارت تحت حالت یکنواخت در نظر گرفته‌شده است.

الف - انتقال حرارت گازهای داغ به سطح صفحه لوله و سطح داخلی لوله‌ها شامل تأثیر دهانه ورودی لوله، به‌صورت جابجایی و نیز شامل تبادل تشعشعی در محفظه برگشتی به‌صورت تشعشعی؛

ب - انتقال حرارت به‌وسیله هدایت حرارتی از طریق صفحه لوله و دیواره لوله‌ها از سطح صفحه لوله و سطح داخلی لوله‌ها به سطوح مجاور آب باواسطه وضعیت حرارتی در سرتاسر صفحه لوله و دیواره‌های لوله از طریق سطح صفحه لوله و سطوح داخلی لوله به سطوح اطراف آب، با فرض تماس حرارتی مناسب بین لوله و ورق؛ و

ج - انتقال حرارت به‌وسیله جوشش از سطوح مجاور آب؛

این روش و نمودارهای طراحی به‌وسیله اطلاعات منتشرشده انتقال حرارت به‌دست‌آمده‌اند و در آن‌ها برخی تقریبات جهت اختصار و تسهیل به‌کاربرده شده‌اند که تمایل دارند اثر یکدیگر را جبران نمایند. دماهای اندازه‌گیری شده و محاسبه‌شده درجایی که اطلاعات کاملی در دسترس بوده است مطابقت خوبی را نشان می‌دهد.

پ-۲ نمادها

در این پیوست نمادهای ارائه‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۲۱۵۶و جدول۱و جدول‌پ-۱ به‌کاربرده می‌شود.

جدول پ-۱- نمادها

نماد	شرح	واحد
A	سطح حرارت ورودی به المان صفحه لوله از سطوح داخل لوله (شکل پ ۷)	mm^2
A_C	سطح مقطع مؤثر کل خنک شده با آب در محفظه برگشتی	mm^2
A_R	سطح کل مواد نسوز در محفظه برگشتی	mm^2
a	سطح حرارت ورودی به المان صفحه از سطح صفحه لوله (شکل پ-۸)	
C	ضریب تصحیح برای مقاومت حرارتی تماس لوله به صفحه لوله	
d	قطر داخلی لوله انتقال گرما	mm
D	قطر داخلی محفظه برگشتی (برای محفظه‌های استوانه‌ای)	mm

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

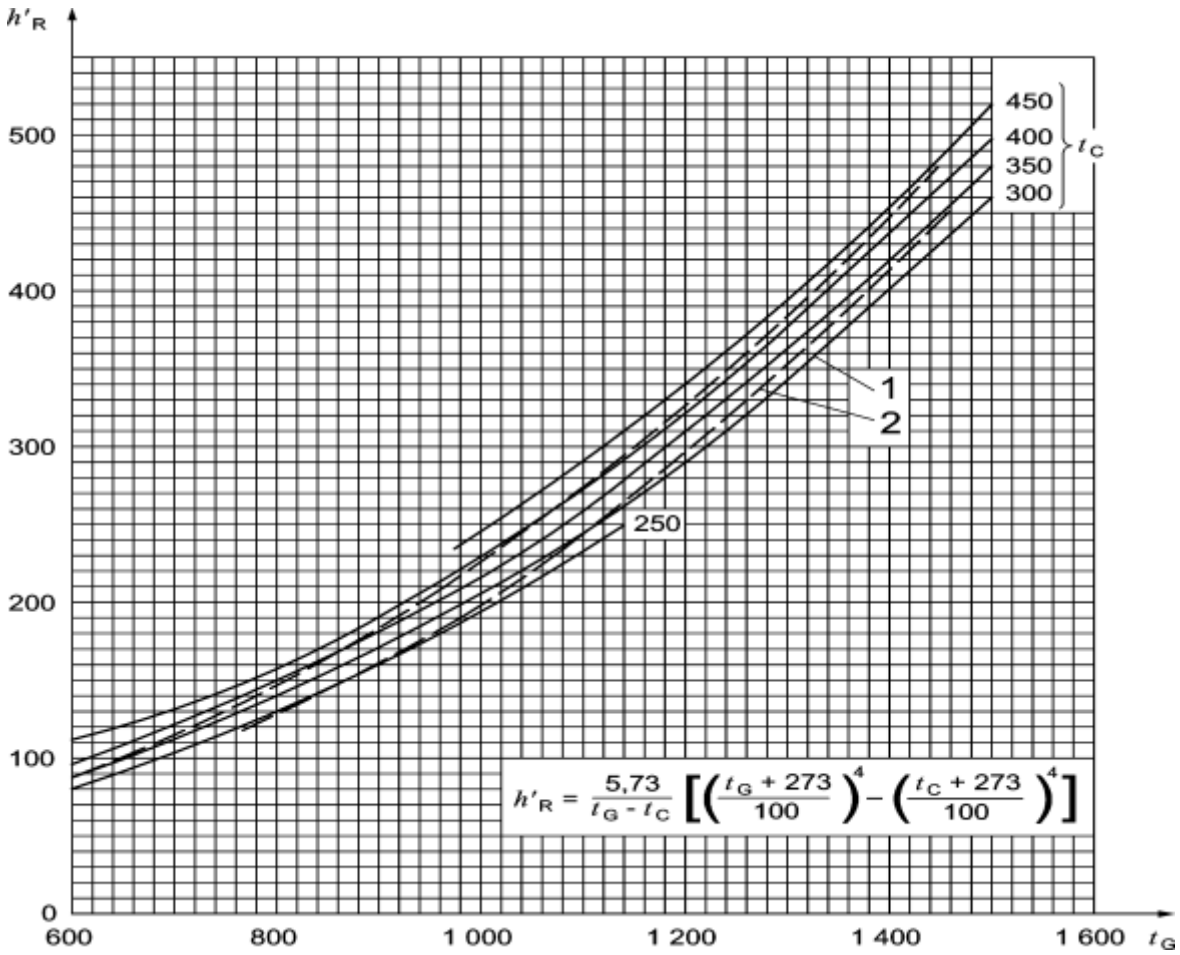
نماد	شرح	واحد
e	ضخامت صفحه لوله	mm
F	ضریب تبادل کل برای تبادل تشعشعی در محفظه برگشتی (شکل پ ۲)	
G	نرخ جریان ویژه گاز درون لوله	kg/(m^2.s)
h_{CE}	ضریب انتقال حرارت در ورودی لوله (شکل پ ۶)	W/(m^2.K)
h_{CO}	مبنای ضریب انتقال حرارت تصحیح‌شده(شکل پ ۵)	W/(m2.K)
h'_{CO}	مبنای ضریب انتقال حرارت فرضی(شکل پ ۴)	W/(m2.K)
h_m	هدایت گرمایی صفحه لوله	W/(m2.K)
h_R	ضریب تشعشع صفحه لوله	W/(m2.K)
h'_R	ضریب تشعشع برای تبادل حرارتی در جسم سیاه (شکل پ ۱)	W/(m2.K)
h_t	ضریب انتقال حرارت متوسط	W/(m2.K)
L	طول محفظه برگشتی داخلی (برای محفظه‌های استوانه‌ای)	mm
L_B	طول پرتو تابش محفظه برگشتی	mm
N	مقدار ثابت سمت آب =۴۰۰۰	W/(m2.K)
p	گام متوسط بین مراکز لوله‌ها	mm
t	دما متوسط (طراحی) صفحه لوله	◦C
t_C	حدس اولیه برای t_M	◦C
t_G	دمای واقعی گاز در ورودی لوله‌ها	◦C
t_M	دمای سطح داغ فلز صفحه لوله	◦C
t_S	دمای آب دیگ	◦C
β	ضریب دمای متوسط صفحه لوله (شکل پ ۱۲)	
η	ضریب انتقال حرارت برای المان صفحه لوله (شکل پ ۱۰)	
λ	ضریب هدایت حرارتی صفحه لوله ۴۰۰۰۰= برای فولادهای با درجه ۴۶۰ و ۴۹۰ ۴۵۰۰۰= برای فولادهای با درجه ۴۰۰ و ۴۳۰	W.mm/ (m2.K)
Φ	ضریب گرمایی سطح داغ صفحه لوله (به شکل پ ۱۱مراجعه شود)	

پ-۳ روش محاسبه

پ -۳-۱ ضرایب تشعشع

ضریب تشعشع h'_R برای تبادل حرارتی جسم سیاه، یعنی برای حالتی که ضریب تشعشع برابر یک و F=1 می‌باشد، از شکل پ-۱ تعیین می‌شود. دما گاز t_G در ورودی لوله، باید همان مقدار دقیقی باشد که توسط وسیله اندازه‌گیری دقیق دماهای بالا اندازه‌گیری شده است. (ترموکوپل معمولی همیشه مقدار دمای پایین‌تری را نشان می‌دهد، خطا ممکن است تا بالای ۳۰۰ °C باشد.) یک مقدار اولیه t_C برای دما فلز سطح داغ صفحه لوله فرض می‌کنیم. استفاده از مقادیر نمونه نمایش داده‌شده در شکل پ-۱معمولاً باعث پرهیز از تکرار مجدد محاسبات می‌شود.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

1 : نمودار دیگ‌های نوع عقب خشک

2 : نمودار دیگ‌های نوع عقب مرطوب

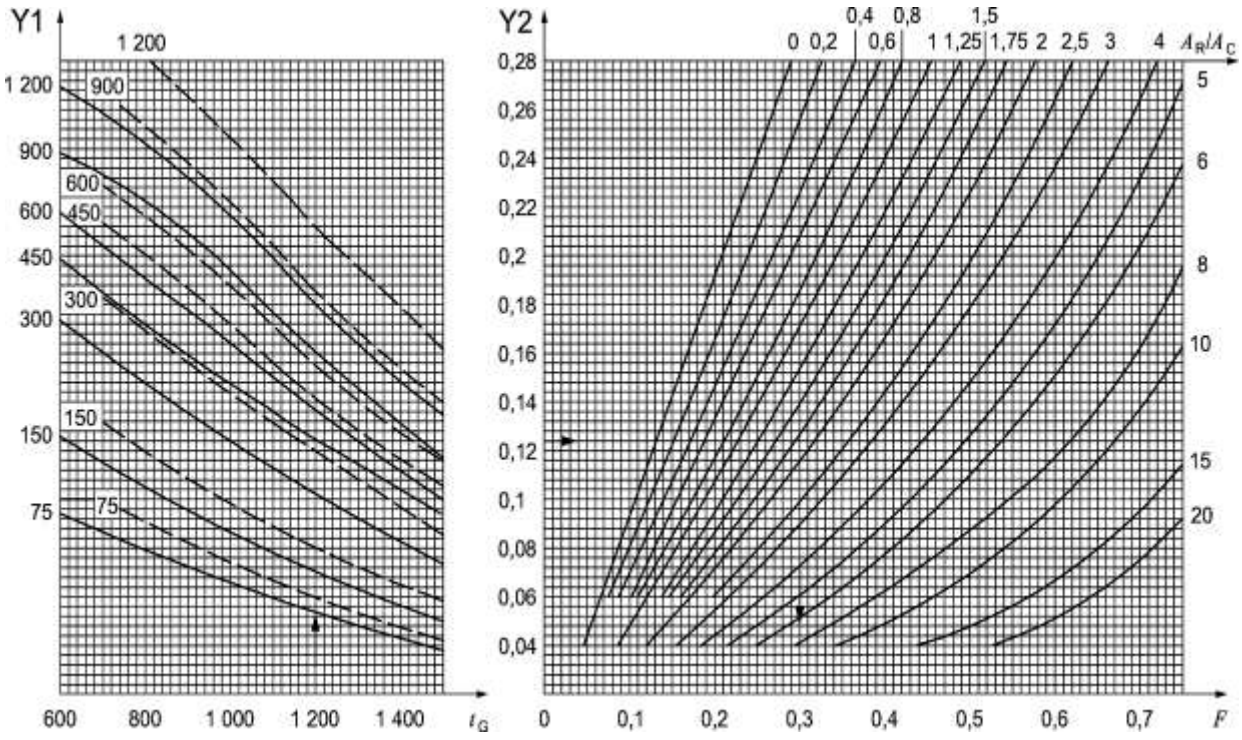
t_G: دمای واقعی گاز در ورودی لوله (^{o}C)

h'_R: ضریب تابش ($W/(m^2.K)$)

شکل پ-۱ ضریب تشعشع h'_R برای تبادل در جسم سیاه($F=1$)

قابلیت انتشار گاز در محفظه برگشتی به آنالیز گاز، درجه حرارت، فشار جزئی و طول پرتو بستگی دارد. نمودارهای شکل پ-۲ بر اساس هوای اضافی که معمولاً در دیگ‌های بخار شعله مستقیم استفاده می‌شود، تهیه‌شده است. برای محصولات احتراق ذغال سنگ، پیشنهاد می‌شود که نمودار گاز طبیعی به‌منظور اجازه تابش ذرات، استفاده شود. برای سایر مخلوط گازها، قابلیت انتشار گاز باید از یک متنی درباره انتقال حرارت تشعشعی مشخص شود. برای مثال به ردیف [1] کتابنامه مراجعه شود.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

Y1 طول باریکه (mm)

Y2 قابلیت انتشار گاز

t_G دما گاز حقیقی در لوله خالی(°C)

F ضریب تبادل کل

گاز طبیعی وزغال سنگ

سوخت نفت

شکل پ- ۲ تعیین ضریب تبادل کل *F*

طول پرتو تابش L_B برای محفظه‌های برگشتی استوانه‌ای باید مطابق با فرمول زیر به دست آید:

$$L_B = \frac{0{,}83\ L}{L/D + 0{,}5} \qquad (پ-۱)$$

برای محفظه ای‌که استوانه‌ای شکل نیستند، طول پرتو تابش باید مطابق با فرمول زیر به دست آید:

$$L_B = 3{,}3\ \frac{V_c}{A_{CS}} \qquad (پ-۲)$$

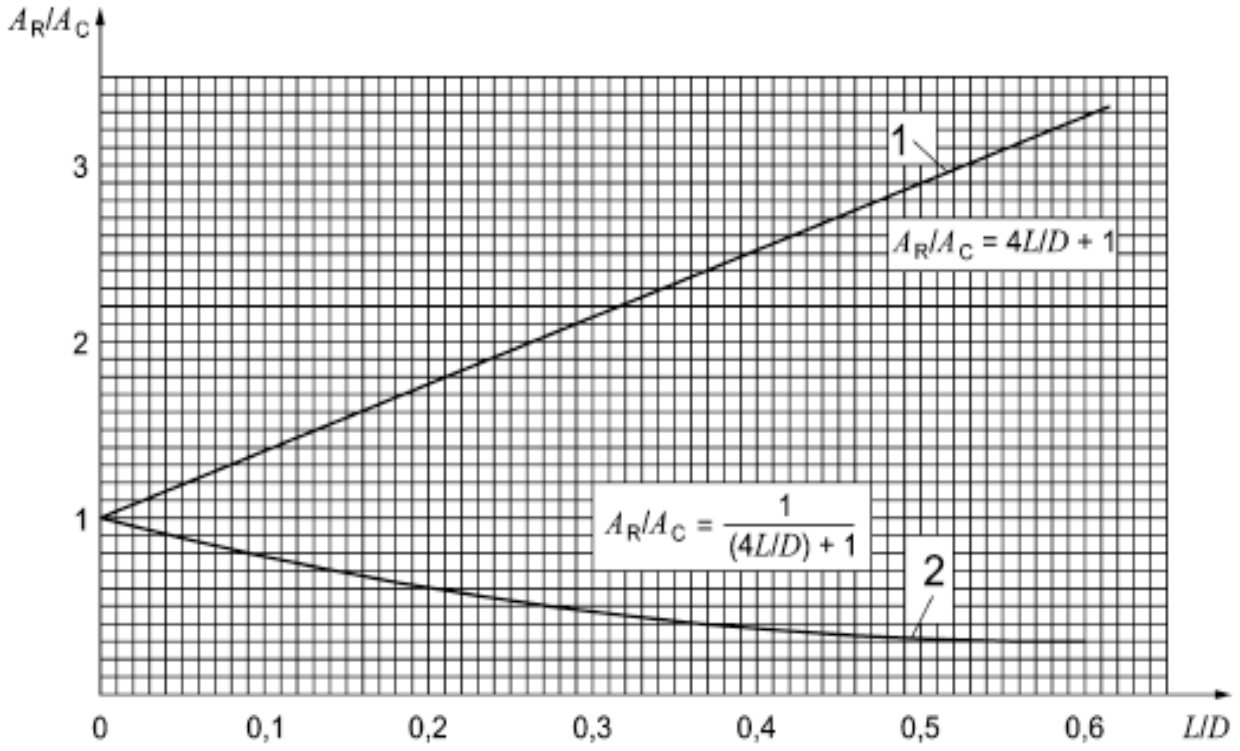
که در آن:

V_c حجم محفظه می‌باشد.

A_{CS} مساحت سطح محفظه می‌باشد.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

در محاسبه مساحت سطح محفظه، نباید مساحت سوراخ لوله‌ها و یا دهانه لوله کوره را کسر نمود.
برای محفظه‌هایی که دارای روکشی از مواد نسوز هستند، A_R/A_C نسبت مساحت سطح کل مؤثر مواد نسوز به مساحت سطح مؤثر خنک شونده در محفظه می‌باشد.A_R/A_C باید مطابق با شکل پ-۳ به دست می‌آید.
A_c شامل مساحت کلی محصورشده توسط صفحه لوله می‌باشد یعنی مساحت سوراخ‌ها یا دهانه لوله کوره را نباید کم نمود.
A_R/A_C برای محفظه‌های استوانه‌ای ممکن است از شکل-پ-۳ به دست آید.
برای محفظه‌هایی که کاملاً با آب‌خنک می‌شوند، $A_R/A_C=0$ می‌باشد.



راهنما:
1: عقب خشک
2: عقب نیمه مرطوب

یادآوری- برای محفظه‌های که استوانه‌ای نیستند، مساحت کل صفحه لوله در A_C در نظر گرفته می‌شود. (مساحت سوراخ لوله‌ها و دهانه لوله کوره کم نمی‌شود.)

شکل پ ۳- A_R/A_Cبرای محفظه برگشتی استوانه‌ای با قطر D و طول L

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

ضریب تبادل کل از شکل پ-۲ مشخص می‌شود، سپس ضریب تشعشع برای سطح صفحه لوله توسط فرمول زیر به دست می‌آید:

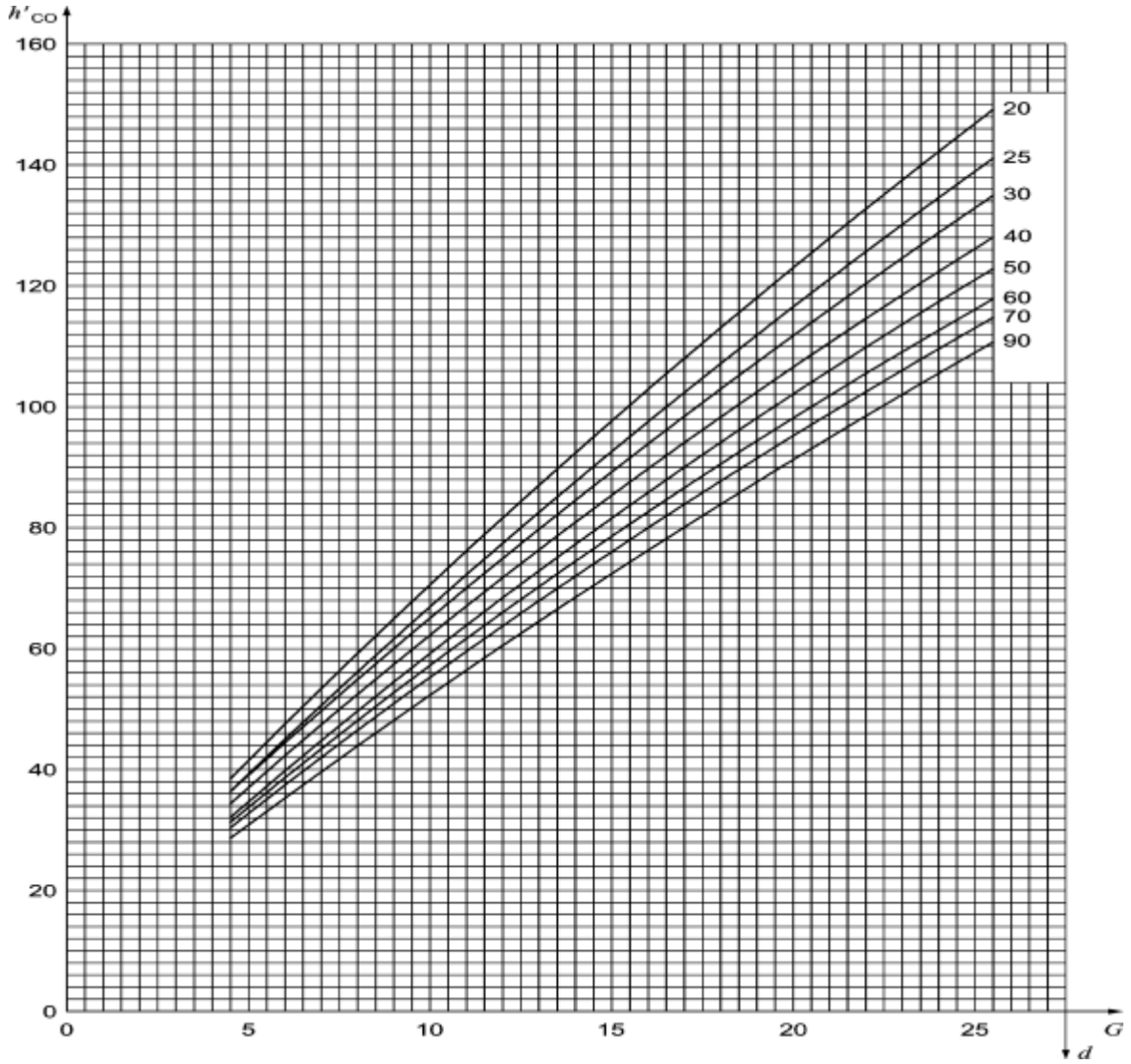
$$h_R = F\, h'_R \qquad \text{(پ – ۳)}$$

تشعشع به سطح داخلی لوله باید با استفاده از ضریب h_R 0/5 در فرمول، برای میانگین وزنی ضریب انتقال حرارت h_t، در محاسبات منظور شود. (به زیربند پ-۳-۳ مراجعه شود)

پ-۳-۲ ضرایب انتقال حرارت

ضریب انتقال حرارت فرضی h'_{CO}، به نرخ جریان ویژه گاز G در لوله‌های انتقال و قطر داخلی لوله d بستگی دارد. برای محصولات ناشی از احتراق سوخت‌های نفتی، گاز طبیعی و زغال‌سنگ، مقدار h'_{CO} از شکل پ-۴ به دست می‌آید.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

d قطر داخلی لوله (mm)

G نرخ جریان در لوله kg/(m^2.s)

h'_{CO} ضریب انتقال حرارت فرضی [W/(m^2.K)]

یادآوری:

$$h'_{CO} = 20{,}2\,\frac{G^{0,8}}{d^{0,2}}$$

شکل پ-۴ مبنای ضریب انتقال حرارت $h`_{CO}$

ضریب تصحیح $h_{CO}/h`_{CO}$ برای دما گاز ورودی از شکل پ-۵ به دست می‌آید. سپس ضریب مبنای انتقال حرارت تصحیح‌شده برای جریان کاملاً توسعه‌یافته در لوله در دما t_G توسط فرمول زیر به دست می‌آید:

$$h_{CO} = h'_{CO}\left(\frac{h_{CO}}{h'_{CO}}\right) \qquad \text{(پ-۵)}$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

برای گازهای دیگر که مقادیر گرمای ویژه، ضریب هدایت حرارتی یا ویسکوزیته آن‌ها با محصولات احتراق سوخت نفت یا گاز طبیعی اختلاف دارند، مقادیر h_{CO} باید از فرمول مربوط به جریان کاملاً توسعه‌یافته درون لوله‌ها مطابق زیر محاسبه نمود:

که در آن:

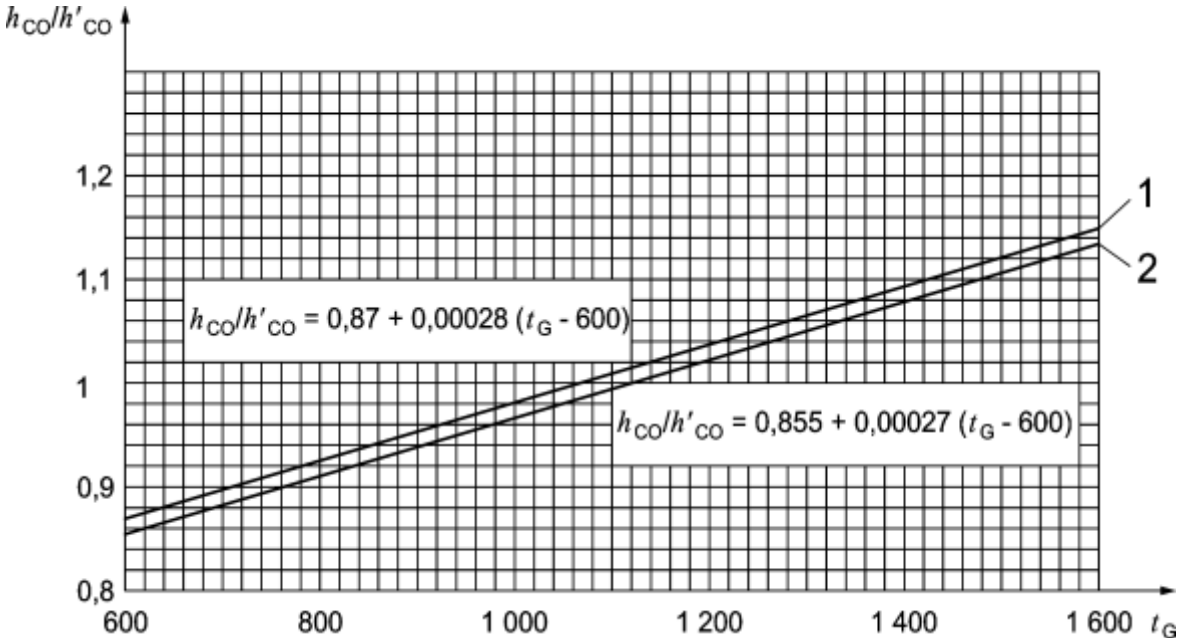
$$Nu = 0{,}023\ Re^{0{,}8}\ Pr^{0{,}33} \qquad \text{(پ-۶)}$$

N_u عبارت است از عدد Nusselt بر مبنای قطر داخلی لوله d

R_e عبارت است از عدد Reynolds بر مبنای قطر داخلی لوله d

P_r عبارت است از عدد prandtl

(برای مثال به مرجع [۱] کتاب‌نامه مراجعه شود)



راهنما:

1 گاز طبیعی

2 سوخت‌های نفتی و زغال‌سنگ

t_G دمای واقعی گاز در ورودی لوله °C

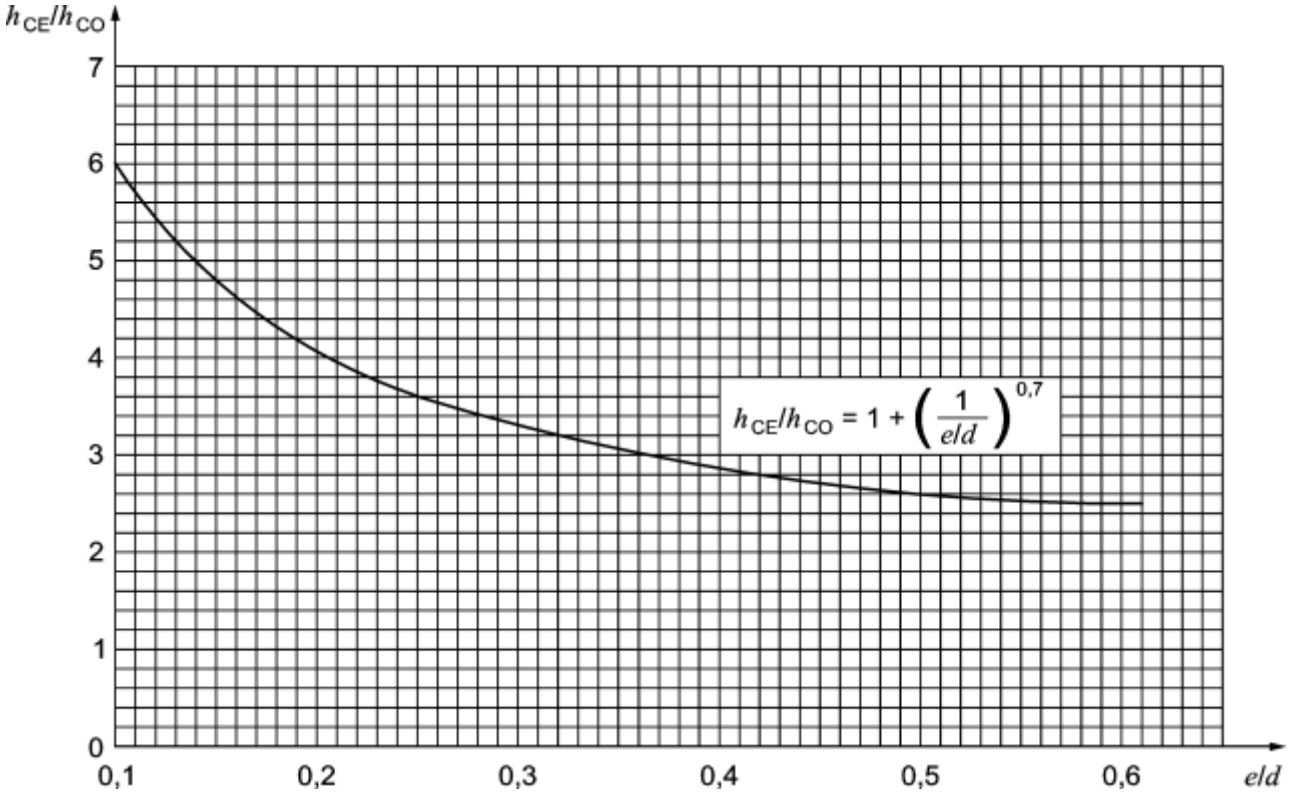
شکل پ- ۵ تعیین ضریب تصحیح

ضریب تصحیح h_{CE}/h_{CO} برای ناحیه ورودی لوله از شکل پ-۶ به دست می‌آید. سپس ضریب انتقال حرارت میانگین h_{CE} برای سطح داخلی لوله در محدوده طول مؤثر و برای حرارت ورودی به صفحه لوله توسط فرمول زیر به دست می‌آید:

$$h_{CE} = h_{CO}\left(\frac{h_{CE}}{h_{CO}}\right) \qquad \text{(پ-۷)}$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

انتقال حرارت به سطح صفحه لوله باید با استفاده از ضریب h_{CO} در فرمول برای میانگین وزنی ضریب انتقال حرارت h_t، به دست آید. (به بخش پ ۳-۳ رجوع شود)



شکل پ -۶ تعیین ضریب تصحیح

پ-۳-۳ میانگین وزنی ضریب انتقال حرارت سطح مجاور گاز

برای المانی از صفحه لوله که توسط سطوح داخلی لوله و صفحه‌های دربرگیرنده خطوط مرکزی لوله محدودشده است، مساحت‌های گرمای ورودی A (سطوح داخلی لوله) و(a سطح صفحه لوله) باید از شکل پ- ۷ و پ- ۸ تعیین شود.

میانگین وزنی ضریب انتقال حرارت به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$h_t = \frac{\frac{CA}{d_2}\left(h_{CE} + 0{,}5\, h_R\right) + \frac{a}{d^2}\left(h_{CO} + h_R\right)}{\left(\frac{A}{d^2} + \frac{a}{d^2}\right)} \qquad (\text{پ} - ۸)$$

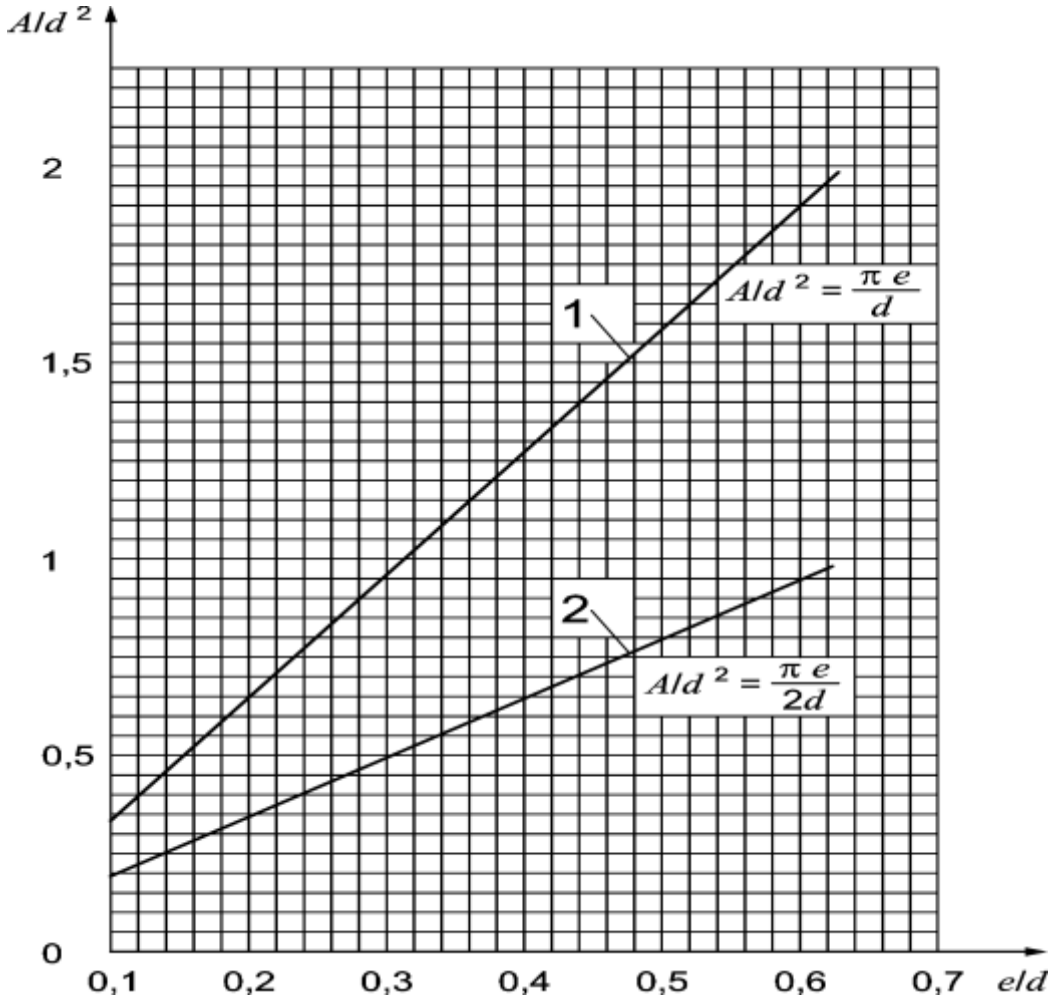
که در آن:

C=0/9 برای لوله‌های که فقط والس شده‌اند.

C=0/95 برای لوله‌های که والس و جوش داده‌شده‌اند.

C=1 برای لوله‌های با جوش نفوذی کامل

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



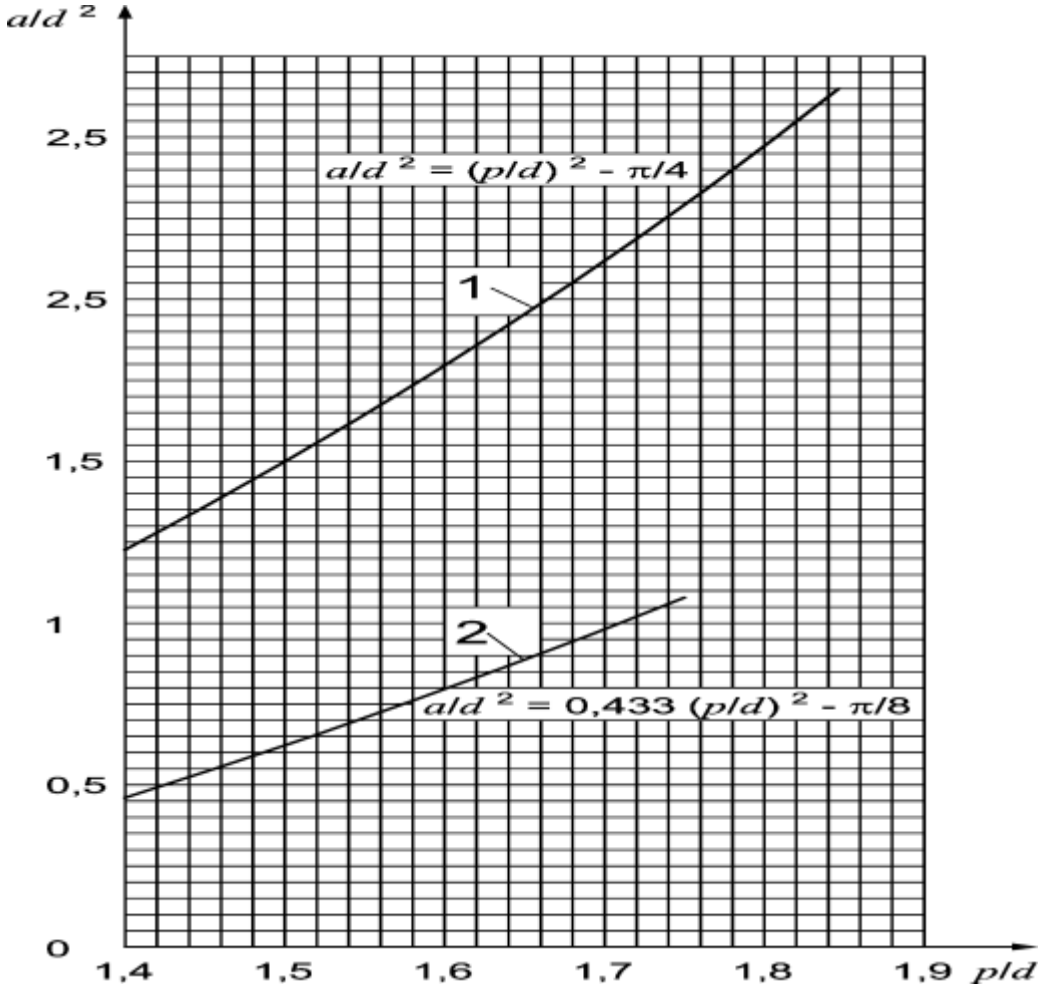
راهنما:

1 گام مربعی

2 گام مثلثی

شکل پ-۷ مساحت بدون بعد لوله

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

1 گام مربعی

2 گام مثلثی

شکل پ- ۸ مساحت بدون بعد صفحه

پ -۳-۴ ضریب انتقال حرارت صفحه لوله

ضریب انتقال حرارت صفحه لوله توسط فرمول زیر به دست می‌آید.

$$h_m = \frac{\lambda}{e} \quad (پ-۹)$$

که در آن:

λ = 40000 برای رده‌های فولادی 460 و 490(P295GH وP355GH) و

λ = 45000 برای رده‌های فولادی 400 و 430(P235GHو P265GH).

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

پ-۳-۵ انتقال حرارت سمت آب

با استفاده از ثابت N، تأثیر انتقال حرارت در سطوحی که آب اطراف آن‌ها می‌باشد، در معادلات مربوط به دمای فلز صفحه لوله به‌حساب آورده شده است.

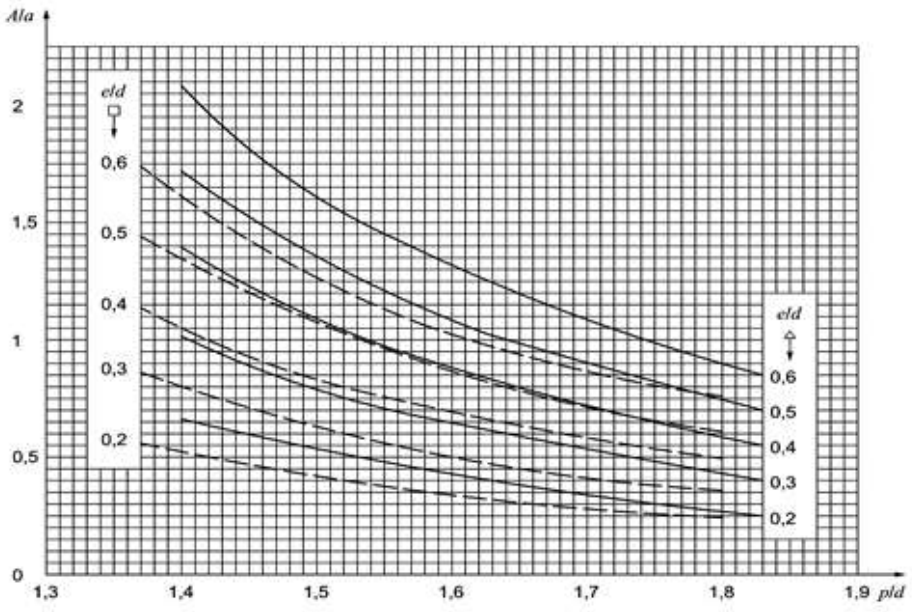
پ-۳-۶ دماهای صفحه لوله

معادلات زیر برای دمای سطح داغ صفحه لوله و دمای متوسط فلز صفحه لوله، براساس معادلات به‌دست‌آمده توسط گاردنر می‌باشند.

$$t_M = t_S + 15 + (t_G - t_S)\left(1 - \frac{\Phi}{1 + (\eta\, h_t / N)}\right) \qquad (پ-۱۰)$$

ضرایب η ، Φ و β به نسبت A/a (در شکل پ-۹) و نسبت h_t/h_m بستگی دارد و با توجه به شکل‌های پ-۱۰ الی پ-۱۲ به دست می‌آیند.

$$t = t_S + 15 + (t_G - t_S)\left(1 - \frac{\beta}{1 + (\eta\, h_t / N)}\right) \qquad (پ-۱۱)$$



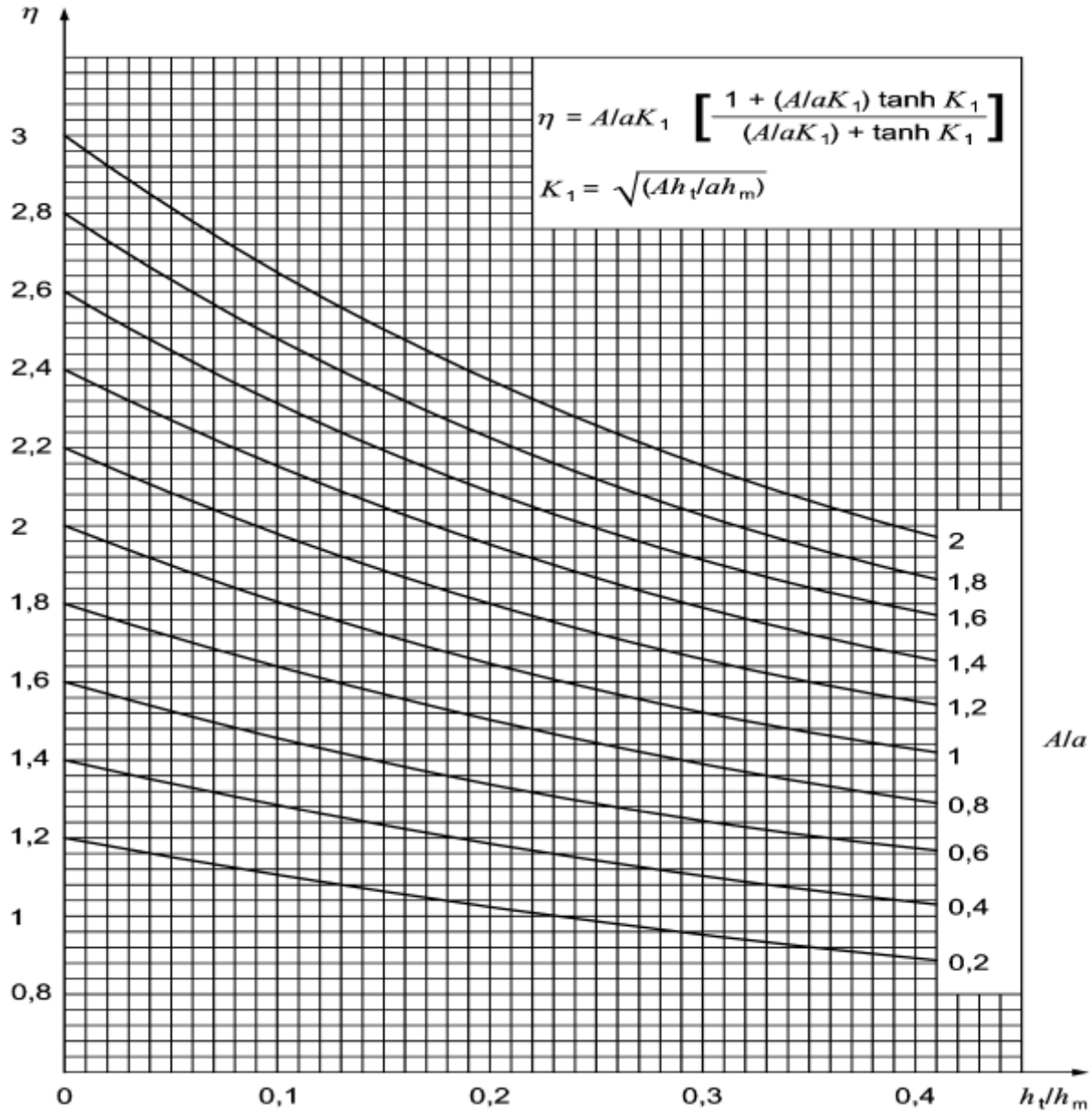
راهنما:

گام مربعی

گام مثلثی

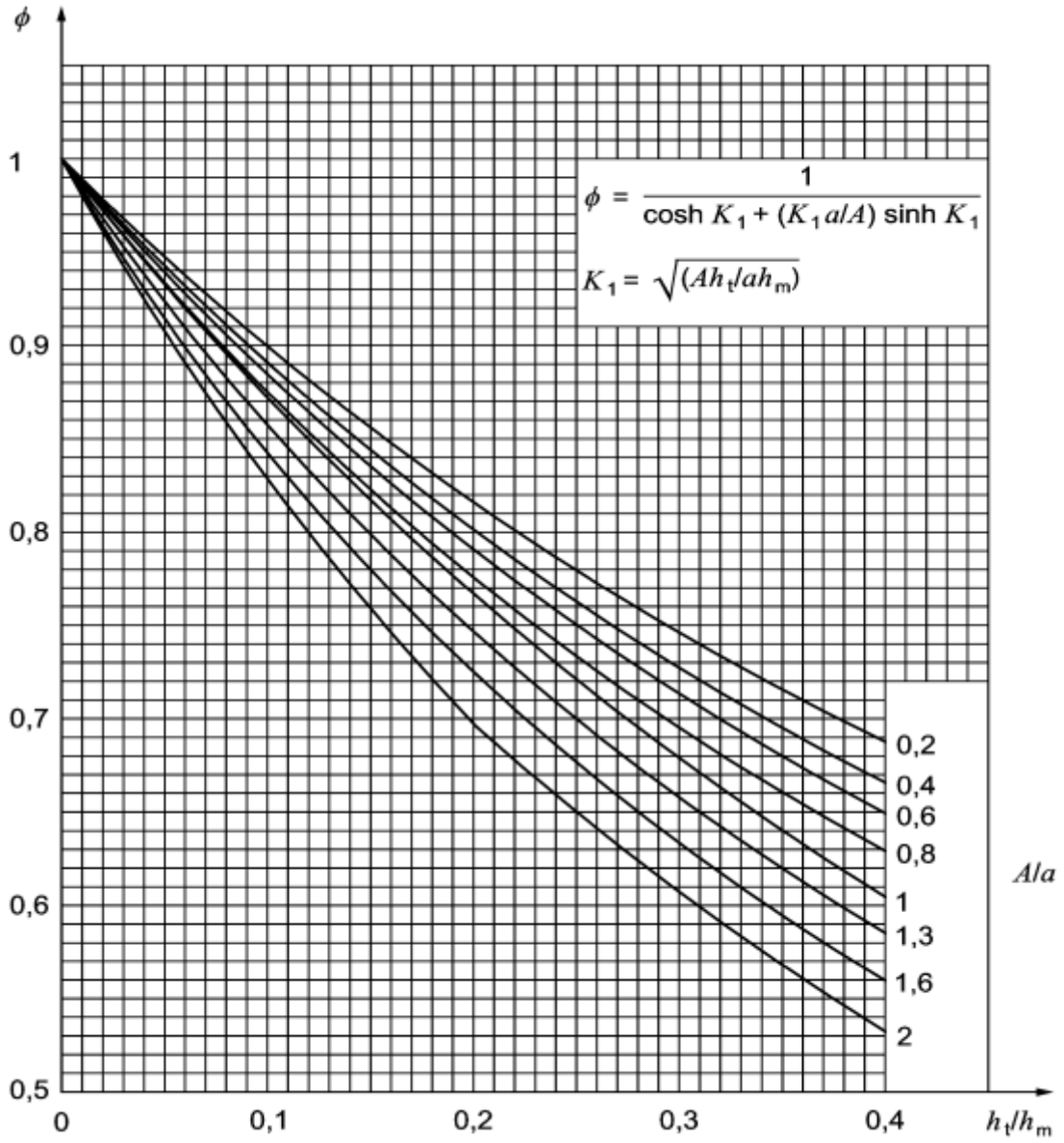
شکل پ-۹ نسبت مساحت لوله به صفحه

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



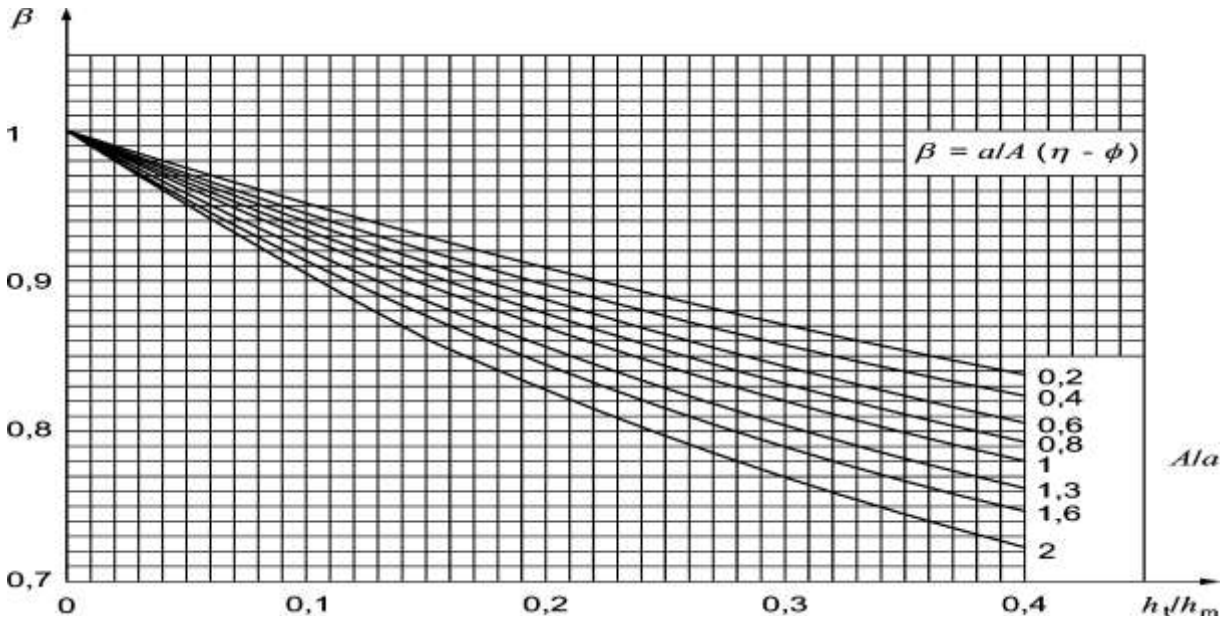
شکل پ-۱۰- ضریب η

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



شکل پ -۱۱ ضریب Φ

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



شکل پ-۱۲ ضریب β

پ-۴ مثالی از محاسبه انجام‌شده با استفاده از روش ارائه‌شده در بخش پ -۳

پ – ۴-۱ اطلاعات مفروض طراحی

سوخت : گاز طبیعی

دیگ بخار : از نوع چند لوله‌ای حرارت مازاد با آستری از سیمان نسوز در محفظه گازهای داغ،

دما ورودی گاز مشخص‌شده :$^{\circ}$C ۹۰۰

فشار طراحی دیگ بخار:N/mm^2 ۱٫۱

دما اشباع :$^{\circ}$C t_s =۱۸۸

لوله‌های دیگ بخار:

قطر داخلی: d=۵۶٫۳ mm

گام، مثلثی: p= ۸۸ mm

نرخ جریان گاز G= ۱۱ $kg/(m^2 \cdot s)$

صفحه لوله:

ضخامت e=۲۲ mm

فولاد گروه ۱

اتصال انتهایی لوله: والس شده و جوش شده

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

محفظه گاز ورودی

استوانه‌ای، با آستر نسوز روی پوسته محفظه برگشتی و شبکه عقب آن

قطر داخلی D= ۱۸۰۰ mm

طول داخلی L= ۱۰۰۰ mm

پ-۴-۲ محاسبه ضریب تشعشع

محاسبه ضریب تشعشع h_R، همان‌طور که در بخش شکل-۳-۱ توصیف‌شده انجام می‌گردد.

مطابق شکل الف-۱، به کار بردن یک مقدار فرضی t_c=۳۵۰ °C توسط منحنی برای محفظه خارجی عقب خشک $h`_R$=185 W/(m^2.K) نشان داده‌شده است.

طول پرتو تشعشع

$$L_B = \frac{0{,}83 \times 1000}{1000/1800 + 0{,}5} = 786 \text{ mm}$$

مطابق با شکل الف -۳ $\frac{A_R}{A_C} = 3{,}15$ در جایی‌که نسبت L به D برابر است با ۰٫۵۵۵

مطابق با شکل پ -۲، F=۰٫۸۵

بنابراین:

$$h_R = 0{,}58 \times 185 = 107{,}3 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

پ-۴-۳ محاسبه ضرایب انتقال حرارت

محاسبه ضرایب انتقال حرارت h_{CO} و h_{CE} همانطورکه در بخش پ-۳-۲ توضیح داده‌شده باید انجام گیرد.

مطابق با شکل پ-۴ $h`_{CO}$= 61 W/(m^2.K)

مطابق با شکل پ-۵ $h_{CO}/h`_{CO}$=۰٫۹۵۲

بنابراین:

$$h_{CO} = 0{,}952 \times 61 = 58{,}1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

مطابق با شکل پ-۶، $\frac{h_{CE}}{h_{CO}} = 2{,}9$ درجایی که $\frac{e}{d} = \frac{22}{56.3} = 0{,}319$ می‌باشد.

بنابراین:

$$h_{CE} = 58{,}1 \times 2{,}9 = 168{,}5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

پ -۴ -۴ محاسبه میانگین وزنی ضریب انتقال حرارت سمت گاز

محاسبه میانگین وزنی ضریب انتقال حرارت سمت گاز، همانطورکه در پ-۳-۳ توضیح داده شده باید انجام گیرد.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

مطابق با شکل پ-۷ $\frac{A}{d^2}$ = 0/6 در جایی‌که $\frac{e}{d}$ =0/391 و گام مثلثی می باشد.

مطابق با شکل پ-۸ $\frac{a}{d^2}$ = 0/67 در جایی‌که $\frac{p}{d}=\frac{88}{56,3}=1,563$. می‌باشد.

برای لوله های والس شده و جوشکاری شده C=0/95

بنابراین:

$$h_t = \frac{0,95 \times 0,6\,(168,5 + 0,5 \times 107,3) + 0,67\,(58,1 + 107,3)}{0,6 + 0,67} = 187\ \mathrm{W/(m^2 \cdot K)}$$

پ-۴-۵ محاسبه هدایت گرمایی صفحه لوله

محاسبه هدایت گرمایی صفحه لوله h_m همانطور که در بخش پ-۳-۴ توصیف شده باید انجام گیرد.

برای فولاد گروه ۱ λ = 45000 W.mm/(m^2.K) (به بخش الف-۲ مراجعه شود)

بنابراین:

$$h_m = \frac{45\,000}{22} = 2\,045\ \mathrm{W/(m^2 \cdot K)}$$

پ-۴-۶ محاسبه دمای صفحه لوله

محاسبه دمای صفحه لوله t و t_M باید همانطورکه در الف-۳-۶ گفته شده انجام گیرد.

$$\frac{h_t}{h_m} = \frac{187}{2\,045} = 0,09144$$

مطابق با شکل پ -۹ $\frac{A}{a}$ =0/9 می باشد

مطابق با شکل‌های پ -۱۰، پ -۱۱، و پ -۱۲

η = 1/72

Φ = 0/885

β = 0/935

بنابراین دما سطح داغ فلز صفحه لوله بدین طریق بدست می آید:

$$t_M = 188 + 15 + (900 - 188)\left[1 - \frac{0,885}{1 + \frac{1,72 \times 187}{4\,000}}\right] = 332\ ^\circ C$$

این مقدار زیر محدوده داده شده در زیربند ۶-۱ می باشد و بنابراین رضایت بخش می باشد.

درجه حرارت متوسط (طراحی) فلز صفحه لوله بدین طریق بدست می‌آید:

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

$$t = 188 + 15 + (900 - 188)\left[1 - \frac{0{,}935}{1 + \frac{1{,}72 \times 187}{4\,000}}\right] = 299\ ^{\circ}C$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

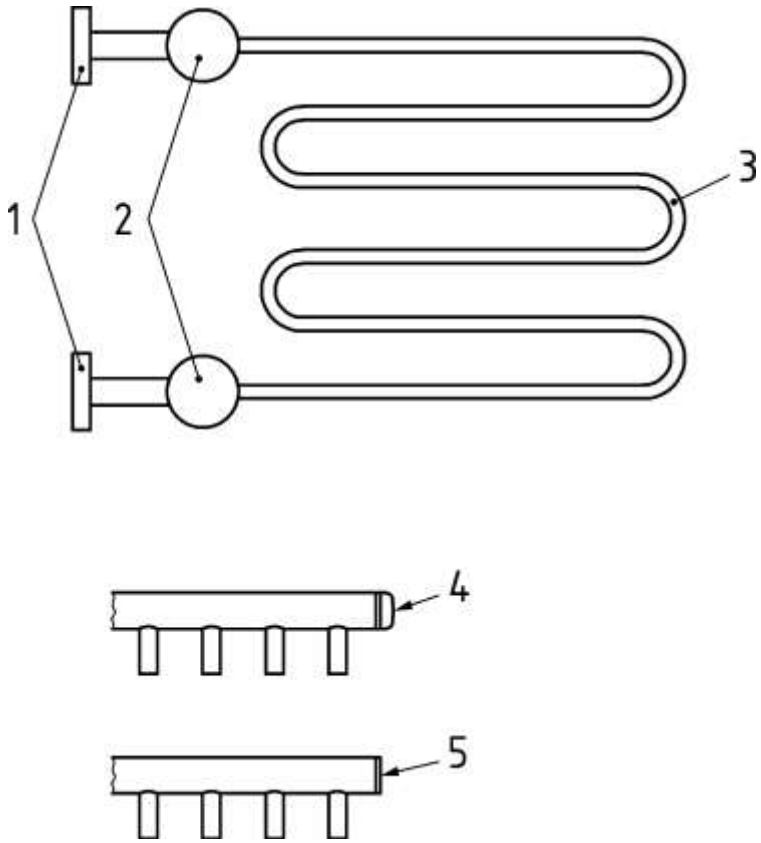
پیوست (ت)

(الزامی)

اکونومایزر و سوپرهیتر با طراحی لوله آبی که به پوسته دیگ متصل می شود

ت-۱ کلیات

این پیوست برای اکونومایزرها و سوپرهیترهای با طراحی لوله‌های آبی که به پوسته دیگ متصل می‌شوند، کاربرد دارد. المنت‌های نمونه این اجزا در شکل ت-۱ نشان داده شده است.



راهنما:

1 ورودی و خروجی بخار یا آب (لوله ها با فلنج‌ها)

2 لوله اصلی (لوله)

3 لوله های انتقال حرارت (لوله ها با یا بدون پره‌ها)

4 لوله اصلی با سر عدسی شکل

5 لوله اصلی با صفحه درون قرارگرفته تخت

شکل ت-۱ المنت‌های نمونه ازیک اکونومایزر یا سوپرهیتر

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

ت-۲ طراحی اکونومایزر و سوپرهیتر متصل به دیگ‌های پوسته‌ای

ت-۲-۱ اکونومایزر و سوپرهیتر متصل به دیگ‌های پوسته‌ای اساساً باید مطابق با استاندارد BS 12932-3:2011 طراحی شوند. استثنائات زیر باید در نظر گرفته شود:

الف- به‌جای زیربند 5.5 استاندارد EN 12952-3:2011، در خصوص بارهای دینامیکی، الزامات زیربند ۵-۱ این استاندارد باید به‌کاربرده شود.

ب- تمامی ضرایب جوش ارائه‌شده در زیربند ۵-۴ این استاندارد برای اکونومایزر و سوپرهیتر قابل کاربرد می‌باشند.

پ- حد مجاز خوردگی C_2 برای اکونومایزر و سومپرهیتر باید مطابق با بخش مربوطه دیگ پوسته‌ای باشد.

ت- کمینه ضخامت دیواره برای لوله اصلی ولوله‌ها در زیربند 7.1.1 استاندارد EN 12952-3:2011 باید توسط کمینه ضخامت دیواره در جدول ۷ این استاندارد جایگزین شود.

ث- کمینه ضخامت دیواره نازل در زیربند 8.3.2.2.2 قسمت د استاندارد EN 12952-3:2011، باید توسط کمینه ضخامت دیواره در جدول۷ این استاندارد جایگزین شود.

ج- درپوش‌های مهار نشده تخت قابل برداشتن در لوله اصلی به‌طور مثال فلنج‌های کور مطابق با استاندارد EN1092-1:2007+A1:2013 بدون محدودیت فشار ارائه‌شده در زیربند ۱۰-۴ استاندارد EN 12952-3:2011 مجاز می‌باشند.

چ- برای اتصالاتی هم چون کلاهک‌ها، قطعات T، رابط‌های کاهنده، زانوها از اســتاندارد، EN10253-2:2007 می‌تواند استفاده نمود.

ت-۲-۲ فشار آزمون باید مطابق با زیربند 5.7.4.3 استانداردEN12952-3:2011، زیربند 5.7.4.3 برای اکونومایزر و سوپرهیتر به‌طور انفرادی تعیین شود. اگر فشار آزمون یک اکونومایزر و سوپرهیتر کمتر از فشار آزمون دیگ باشد اندازه دیگ باید از اکونومایزر اتخاذ شود.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

پیوست ث
(آگاهی‌دهنده)
تغییرات اعمال شده در این استاندارد در مقایسه با استاندارد EN 12953-3:2016

ث-۱ بخش‌های حذف شده

پیوست E: حذف شده است.

پیوست ZA: حذف شده است.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

کتاب‌نامه

[1] Directive 2014/68/EU of the European Parliament and of the Council of 15 May 2014 on the harmonization of the laws of the Member States relating to the making available on the market of pressure equipment

[2] EN 1092-2, Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated - Part 2: Cast iron flanges

[3] EN 1092-3, Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated- Part 3: Copper alloy flanges

[4] EN 1092-4, Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated- Part 4: Aluminium alloy flanges

[5] EN 10253-2:2007, Butt-welding pipe fittings - Part 2: Non alloy and ferritic alloy steels with specific inspection requirements

[6] EN 12953-8:2001, Shell boilers - Part 8: Requirements for safeguards against excessive pressure

[7] EN 13445-1, Unfired pressure vessels - Part 1: General

[8] EN 13445-2, Unfired pressure vessels - Part 2: Materials

[9] EN 13445-4, Unfired pressure vessels - Part 4: Fabrication

[10] EN 13445-5, Unfired pressure vessels - Part 5: Inspection and testing

[11] EN 13445-6, Unfired pressure vessels - Part 6: Requirements for the design and fabrication of pressure vessels and pressure parts constructed from spheroidal graphite, cast iron

[12] CR 13445-7, Unfired pressure vessels - Part 7: General view on the evaluation of conformity and the parts involved

[13] EN 14394, Heating boilers - Heating boilers with forced draught burners — Nominal heat output not exceeding 10 MW and maximum operating temperature of 110 °C

[14] CEN/TR 764-6, Pressure equipment — Part 6: Structure and content of operating nstructions

[15] McADAMS. W. H. Heat Transmission. McGraw-Hill, 1954

[16] LUCAS. D. M. and LOCKETT, A. A. Mathematical Modelling of Heat Flux and Temperature Distribution in Shell Boilers. Proc. 4th Symp. on Flames and Industry, 972, BFRC - Inst. Fuel

[17] KERN. D. Q. Process Heat Transfer. McGraw-Hill, 1950

[18] GORE, W. H., GUNN, D. C. and HORSLER, A. G. Natural Gas Firing of Shall Boilers, Inst. Fuel,March 1972

[19] V. D. I. - WÄRMEATLAS

[20] JACOB. M. Heat Transfer. John Willey, 1949

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

[21] ECKERT. E. R. G. and DRAKE, R. M. Heat and Mass Transfer. McGraw-Hill, 1959BS EN 12953-3:2016

[22] FRAAS. A. P. and OZISK. M. N. Heat Exchanger Design, John Willey, 1965

[23] PERRY. K. P. Heat Transfer by Convection from a Hot Gas Jet to a Plane Surface. Proc. I. Mech. E., 1954,Vol. 168, pp. 775-784

[24] Stoomwezen Rule D1102

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY